

Angewandte Botanik

Zeitschrift
der Vereinigung für angewandte Botanik

herausgegeben im Auftrage des Vorstandes vom 1. Schriftführer

Dr. K. Snell

Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Berlin - Dahlem

Fünfzehnter Band

(1933)

Berlin

Verlag von Gebrüder Borntraeger

W 35 Schöneberger Ufer 12 a

1933

Alle Rechte,
insbesondere das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten

Inhaltsverzeichnis

I. Originalarbeiten:

	Seite
Appel, G. O. Zur Kenntnis des Entwicklungsverlaufes einiger Wiesenunkräuter	433
Bockmann, H. Die Schwärzepilze des Getreides unter besonderer Berücksichtigung ihrer Pathogenität und des Vorkommens von Rassen innerhalb der Gattungen <i>Cladosporium</i> Link und <i>Alternaria</i> Nees	308 u. 329
Braun, K. <i>Tephrosia Vogelii</i> Hook f. als Fischgiftpflanze im früheren Deutsch-Ostafrika	253
Flerov, B. C. und Popow, C. A. Methode zur Untersuchung der Wirkung von antiseptischen Mitteln auf holzerstörende Pilze	386
Fruth, J. Untersuchungen über das Wertverhältnis zwischen Haupt- und Seitenhalmen bei Getreidepflanzen	131
Gabajew, S. Systematische Untersuchungen an Gurkenarten und Varietäten	290
Kochs, J. Kühllagerungsversuche an Obst und Gemüse	262
—, —. Versuche mit ölhaltigem Einwickelpapier zur Verhütung von Kaltlagerungskrankheiten bei Äpfeln	540
Koehler, E. Die Rolle der Viruskrankheiten beim Kartoffelabbau	122
Loew, O. Über die Bildung von Eiweiß in den Pflanzen	518
Milatz, R. Neue Hafersortenmerkmale	481
Moritz, O. und Bockmann, H. Einleitende Studien über <i>Cercospora herpotrichoides</i> Fron.	409
Müller, K. O. Bemerkungen zur Frage der „biologischen Spezialisierung“ von <i>Phytophthora infestans</i>	84
Oswald, W. Beiträge zur Theorie der Elektrokultur	1
Schilberszky, K. Über die Ursachen der Apoplexie bei den Steinobstbäumen. II	105
Stapp, C. Über die experimentelle Erzeugung von Wildfeuer auf Tabak	225
—, —. Verfahren zur Prüfung von Bohnen (<i>Phaseolus vulgaris</i>) auf Resistenz gegen <i>Pseudomonas medicaginis</i> var. <i>phaseolicola</i> Burkh., den Erreger der Fettfleckenkrankheit	241
Wakar, B. A. Cytologische Untersuchungen über F_1 der Rassen- und Artbastarde des Weizens	203
Wieler, A. Rauchsäuren als bodenzerstörender Faktor	419

II. Besprechungen aus der Literatur:

Adamovič 321; Esmarch 322; Fortschritte der Botanik 479; Goebel 323; Hager-Tobler 324; Haidenhain 325; Handbuch für das gesamte Schrifttum der Landwirtschaft usw. 324; Haselhoff 97; Klein 407; Koch 407; Könenkamp und Kallabis 238; Laubert 326; Lehmann 408; v. Langerken 97; Lowig 327; Lundegårdh 568; Madaus und Kunze 570; Merckenschlager und Klinkowski 327; Pringsheim 98; Pringsheim 571; Schiemann 99; Schroeder 327; Snell 101; Stehli 102; Die Thüringische Landwirtschaft 567; Voss 571; Walter 238; Zander 102.

III. Kleine Mitteilungen:

„Moderne Warenkunde“	566
VI. Internationaler Botanischer Kongreß	567

IV. Personalsnachrichten:

Appel 408; Baur 572; Correns 104; Gilg 572; Graebner 104; v. Kessler 572; Riehm 572.

V. Tagungsbericht der Vereinigung für angewandte Botanik 1933 559

VI. Einladung zur Teilnahme an der Generalversammlung . . . 104

VII. Neue Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik 103, 328, 480

VIII. Änderungen des Mitgliederverzeichnisses . 103, 240, 328, 480, 572

IX. Sachregister 573

Beiträge zur Theorie der Elektrokultur.

Von

Dr. Werner Oswald.

Aus dem Institut für Pflanzenphysiologie der eidg. technischen Hochschule, Zürich;
Vorsteher Professor P. Jaccard.

Mit 25 Abbildungen.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Lufterlektrizität und Pflanzenwachstum	1
II. Abgrenzung der Versuche	13
III. Über die Entstehung und Herkunft der Lufterlektrizität	19
IV. Die Wahl und technische Durchbildung der Hochspannungsquelle	26
V. Die Pflanze und ihr Einfluß auf die Leitfähigkeit der Atmosphäre	32
VI. Der Einfluß des elektr. Feldes auf die Komponenten der Atmosphäre	43
A. Ozonbildung	43
B. Stickoxydbildung	46
C. Die Differenzierung der Kohlensäureatmosphäre im elektr. Feld	51
VII. Der Einfluß des elektr. Feldes auf die Transpiration und auf die Wasserstoffionenkonzentration und den Aschengehalt der Pflanzen	65
VIII. Praktische Nutzenanwendung der Elektrokultur	80

I. Lufterlektrizität und Pflanzenwachstum.

Seit die wissenschaftliche Forschung in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts sich intensiver mit dem Studium der Elektrizität zu befassen begann, glaubten gewisse Kreise, hauptsächlich angeregt durch Benjamin Franklins Versuche über die Lufterlektrizität, diese als wachstumsfördernden Faktor in den Dienst der pflanzlichen Gütererzeugung stellen zu können. Und gleich von Anfang an nahm die Elektrophysiologie einen breiten Raum ein an der Erforschung elektrischer Vorgänge. Pflanzenphysiologie und Medizin gingen jedoch mit wenig Ausnahmen getrennte Wege. Der Botaniker bediente sich der elektrischen Ladungen in der Atmosphäre, während der Mediziner sich mehr die Erkenntnis auf dem Gebiete der galvanischen Ströme und deren technische Um-

formung zunutze machte. Bei diesem wiederum galten die hauptsächlichsten Versuche mehr der wissenschaftlichen Erkenntnis auf dem Gebiete der medizinischen Therapeutik, während bei jenem von Anfang an mehr wachstumsfördernde Ziele die Hauptbeweggründe zur Forschertätigkeit lieferten.

Ein ausführlicher historischer Überblick von C. Lipperheide (35) über frühere Versuche auf dem Gebiete der Elektrokultur und eine wissenschaftliche Bewertung derselben von Prof. Jaccard (21) enthebt uns der Aufgabe, die zahlreichen von mehr oder weniger Erfolg begleiteten Arbeiten früherer Forschung aufzuzählen. Das Studium über den Einfluß der Elektrizität auf das Pflanzenwachstum krankt an der Tatsache, daß wir es mit einer Grenzdisziplin der Botanik zu tun haben, die weitgehende Kenntnis auf dem Gebiete der Elektrizität, besonders der Lufterlektrizität, voraussetzt. Schon das Vorhandensein eines Luftpotentials setzt die Gegenwart elektrisch geladener Körper voraus, über deren Entstehen und Verhalten wir erst unterrichtet sein müssen. Die Erde besitzt normalerweise gegenüber der umhüllenden Luftsäule eine negative Ladung und gibt vorherrschend Träger ihrer Ladung ab. Die positiv geladenen Ionen der Luft wandern überwiegend zur Erde hin und trachten, ihre Ladung mit negativ geladenen Körpern zu vereinigen. Diese Ionenwanderung führt zu einer Anreicherung der positiven Ionen in den unteren Luftschichten. Enthalten auch diese unteren Schichten der Atmosphäre bis zu durchschnittlich 1 km Höhe (37), durch Dunstmassen, Staub und Rauchteilchen, räumliche Ladungen, die bald positives, bald negatives Vorzeichen haben, so ist das Integral aller Ladungen dieser unteren Schicht positiv. Ebert (9) und Daunderer (8) haben durch ihre Versuche diese Behauptung zuerst bestätigt. Der erstere fand vorherrschend ein Überwiegen der positiven Ladungen von durchschnittlich 9×10^{-8} elektrostatischen Einheiten im ccm Luft.

Hier in den untersten Luftschichten findet ein intensiver Ladungsausgleich statt (Troposphäre), von dessen Größenordnung folgende Überslagsrechnung Zeugnis ablegen mag: Fortwährend tritt ein Überschuß negativer Ladung in die Atmosphäre, während positive der Erde zugeführt wird. Die Dichte des Stromes ist abhängig von der Leitfähigkeit h und dem Potentialgefälle $\frac{dV}{dh}$.
Daraus resultiert eine Dichte des Vertikalstromes $i = h \cdot \frac{dV}{dh}$.

Nehmen wir das Potentialgefälle nach Stutz (49) zu 300 Volt pro m an, d. h. zu $\frac{1}{100}$ e. st. E. pro cm und setzen für die Leitfähigkeit einen Mittelwert $h = 5 \times 10^{-5}$ e. st. E., so wird $i = 5 \times 10^{-7}$ e. st. E. oder in elektromagnetischen Maßeinheiten $i = 1,67 \times 10^{-16}$ Amp./cm². Wilson (59) fand als Ergebnis monatelanger Messungen mit einem Elektrometer einen durchschnittlichen Wert für den Vertikalstrom von $2,2 \times 10^{-16}$ Amp./cm². Dürfte die völlige Übereinstimmung dieser Zahl mit der oben errechneten auch nur zufällig sein, so spricht sie doch für die relative Konstanz dieser Größe bei normalen Witterungsverhältnissen. Auf Bergspitzen, Graten, überhaupt auf exponierten Terrainmodulationen, kann der Vertikalstrom dem hohen Potentialgefälle entsprechend zu abnorm hohen Werten ansteigen.

Die Mittlerin dieses Ladungsausgleiches ist in Gebieten mit Vegetation die Phytosphäre, die Pflanzendecke. Durch die Wasserleitungsbahnen mit dem Untergrund ausgezeichnet elektrisch leitend verbunden, trägt sie im wesentlichen auch dessen Potential. Die negativen Ionen wandern vom Untergrund hinauf zur Elektrode: dem Blatt, der Granne, usw. Daß bei diesem Ionenaustausch in der Pflanze dem Vertikalstrom tatsächlich eine Rolle zukommt, hat schon Ebert (10) an Hand direkter Messungen wahrscheinlich zu machen versucht.

Als Träger des Elektrizitätsaustausches innerhalb der Pflanze kommen wohl in erster Linie die Ionen der Nährsalzlösung in Betracht. Neben N, P, K, als den wichtigsten mineralischen Nährstoffkomponenten, spielen auch besonders im Hinblick auf ihre hydrolytische Dissoziation und Reaktionsfähigkeit Mg, Ca, Na, Fe, S eine Rolle. Diese in den Salzen der Nährlösung vorkommenden Elemente können nur in gelöstem Zustand durch die pflanzliche Zellmembran diffundieren. Eine Kataphorese kommt daher von vornherein nicht in Betracht.

Betrachten wir die dissoziierten Kationen und Anionen der Nährlösung erst in ihren Äquivalentverhältnissen zueinander, so ergibt sich entweder eine saure oder alkalische Reaktion, je nachdem wir einen Überschuß an H-Ionen oder OH-Ionen in der Lösung haben. Sehen wir vorderhand von jedem Auswahlvermögen der pflanzlichen Zelle für die einzelnen Nährstoffe ab und betrachten die Ionen in ihrem Verhalten zum elektrischen Feld, ausgedrückt auf der einen Seite durch die negative Erdladung und auf der anderen durch das positive Luftpotential, so ergibt sich folgende Gruppierung der Hauptnährstoffkomponenten:

Anionen	Kationen
OH	H
NO ₃	K
PO ₄	Ca
So ₄	Eisenhydrat
SiO ₂	Na

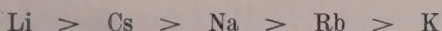
Das Aufsteigen der hydrolisierten Anionen wird durch das positive Luftpotential begünstigt, wogegen die Aufnahme der Kationen verzögert wird. Die Ausscheidung von H-Ionen — besonders in Form von $R|COO|H$ — aus den Wurzelhaaren, dürfte schon allein auf Grund dieser Überlegungen sehr wahrscheinlich sein. In der Tat haben denn auch Kulturversuche in Pfeffer-scher Nährlösung deutlich gezeigt¹⁾, daß durch eine positive Feld-einwirkung eine stärkere Zunahme der Wasserstoffionenkonzen-tration erfolgt, als bei sonst unter den nämlichen Bedingungen ge-haltenen Kontrollpflanzen. Bei einer anfänglich übereinstimmenden Wasserstoffionenkonzentration, deren pH²⁾ zwischen 6,85 und 6,88 lag, ergab sich bei den Kontrollpflanzen nach 16 Tagen ein pH von 6,64 bis 6,67, bei den Versuchspflanzen ein pH von 6,48 bis 6,50. Dürfen diese Konzentrationsverschiebungen wegen der Pufferwirkung des in der Nährlösung eher im Überschuß zurück-bleibenden Calziums und der Alkalisierung der Nährlösung als Folge ihrer hydrolisierenden Wirkung an der Wand des Glas-gefäßes auch nicht ohne weiteres absolut gewertet werden, so kann der Versuch doch als positive Bestätigung einer Kationenanreiche-rung in der als Kathode wirkenden Nährlösung gelten. Ähnliche Ergebnisse ergaben sich auch bei Lipperheide (35) bei *Phaseolus vulgaris* in v. d. Cronescher Nährlösung.

Ich werde später bei Behandlung meiner Versuche noch näher auf diese Verhältnisse zu sprechen kommen. Die normale elek-trische Feldeinwirkung unterstützt vor allem den Aufstieg der hydrolisierten NO₃ und PO₄-Ionen, also der Anionen, was der Zir-kulation in den Gefäßen um so förderlicher ist, als die Hydra-

¹⁾ Vgl. Kap. VII, Abschnitt 2.

²⁾ Sørensen definiert die Wasserstoffionenkonzentration pH als den neg. Brig. Log. der betr. konkreten Zahl, also $pH = -\log C_H$. Die Dissoziations-gleichung des Wassers $C_H \cdot C_{OH} = K_w = 10^{-14,11}$ wird zur Gleichung $10^{-pH} \cdot 10^{p_{OH}} = K_w = 10^{-14,14}$. Die Summe der Wasserstoff- und Hydroxylexponenten ist bei 18° stets 14,4. Für Wasser ist $pH - \log 10^{-7,07} = +7,07$.

tation, die Wasseranlagerungsfähigkeit besonders des letzteren dieser beiden Radikale im Vergleich zu den metallischen Kationen besonders dem Kalium eine schlechte ist (29)¹⁾. Allerdings handelt es sich beim aufsteigenden Wasserstrom nicht um einen reinen Elektrolyten. Er stellt vielmehr ein hydrophyles Kolloid dar, in welchem Eiweißstoffe, wie Purinderivate, Lecithine, aber auch Aminosäuren gewisse physiologische Aufgaben zukommen, auf die wir anschließend eingehen werden. Auf diese Eiweißstoffe übt nach Kostytschew das Vorhandensein dieser Anionen, besonders des NO_3 eine lösende Wirkung aus. Umgekehrt besitzen die Kationen, im besonderen Maße die der Alkalimetalle, in der Reihenfolge der Hofmeisterschen Ionenreihe (47):

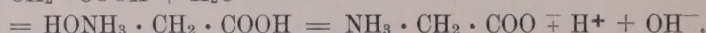
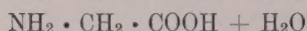


eine aussalzende Wirkung. Führen bei der vorhandenen Konzentration der Nährsalzlösung diese Verhältnisse auch nicht zu einer Ausflockung, so liegt es im Bereich der Wahrscheinlichkeit, daß es zu Umladungen der Zellkolloide führen kann. Dieser Vorgang ist nach Kostytschew reversibel. Nach der Entfernung des Elektrolyten durch die Dialyse oder Herabsetzung seiner Konzentration durch starke Verdünnung, geht das Kolloid wieder in Lösung über, ohne seine Eigenschaft zu verändern. Die Form, in welcher das Kalium aufgenommen wird, ist noch nicht geklärt. Sein Hydratationsvermögen und seine schon bei verhältnismäßig geringen Konzentrationen auftretende aussalzende Wirkung macht es, wie sich aus diesen kolloidchemischen Betrachtungen ersehen läßt, dem Chemismus der Nährstoffaufnahme zur Notwendigkeit, daß das Kalium entweder in einem Komplexsalz oder was wahrscheinlicher sein dürfte, an ein- oder mehrbasische organische Säuren gebunden, im Wasserstrom aufsteigt. Auch der Aufstieg an einem im Überschuß mit OH -Ionen gepufferten Eiweißkörper ist kolloid-chemisch betrachtet ganz gut denkbar; jedoch würden der Diffusion höher molekularer Körper durch die Porenweite der Zellmembranen gewisse Grenzen gesetzt.

Die Fixierung der Reaktion der aufsteigenden Nährlösung, wie auch des Plasmas der lebenden Pflanzen überhaupt, um einen Mittelwert fällt nur zu einem kleinen Teil der wahlweisen Aufnahme der Nährsalze durch die Pflanzenwurzel zu. Individuell verschieden und, wie gewisse später zur Behandlung kommende

¹⁾ Seite 20 ff.

Versuchsergebnisse noch zeigen werden, auch zeitlich wechselnd, muß ein Puffer hier sein, der für das Plasma schädliche, stark saure bzw. alkalische Reaktionen verhütet. Dafür sorgen die sogen. amphoteren Elektrolyte. Nach Kostytschew versteht man darunter Körper, die sowohl H-Ionen als OH-Ionen abspalten können, und also sowohl Säuren wie Basen sind (27). Physiologisch wichtig sind dabei besonders Aminosäuren, Purinderivate, Lecithine und Eiweißkörper, die gleichzeitig H^+ , OH^- und Zwitterionen R^\pm liefern. Glykokoll dissoziiert auf folgende Weise:



Die Bildungsmöglichkeit der Säure und der Base ist bei ein und demselben Ampholyten nicht gleich stark ausgeprägt. Folgende Tabelle zeigt die basische und die saure Dissoziation von verschiedenen amphoteren Elektrolyten (28)¹⁾:

Substanz	K_H (25°)	$K_{(OH)}$ (25°)
Glykokoll	$1,8 \cdot 10^{-10}$	$2,7 \cdot 10^{-12}$
Leucin	$1,8 \cdot 10^{-10}$	$2,3 \cdot 10^{-12}$
Phenylalanin	$2,5 \cdot 10^{-9}$	$1,3 \cdot 10^{-12}$
Asparaginsäure	$15,0 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-11}$
Lysin	$1,0 \cdot 10^{-11}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$

Das Vorhandensein derartiger Ampholyten gibt der Lösung eine mehr oder weniger charakteristische Eigenreaktion. Bei der großen Verdünnung der aufsteigenden Nährlösung kommt der Dissoziationskonstanten des Wassers und besonders auch der darin gelösten Kohlensäure, je nach dem Grad der Verdünnung, eine steigende Bedeutung zu.

Die dissoziierten Nährsalze sind, wie schon aus dem Vorhergesagten hervorgeht, bei weitem nicht alle elektrisch geladene Körper im Wasserstrom. Wie die folgende Untersuchung zeigt, stellen die extrahierten Pflanzensäfte kolloide Systeme dar.

Filtrierter Preßsaft aus Karotten nach ober- und unterirdischen Organen getrennt, wurde im Ultramikroskop auf seine kolloidale Struktur untersucht. Es interessierte vor allem die Frage nach der Homogenität und Heterogenität des Systems, sowie sein Verhalten als elektrischer Leiter. Der durch ein Papierfilter gelassene

¹⁾ Seite 75.

Preßsaft hielt die Zellreste wie auch die Mikronen zurück, so daß im Mikroskop die Flüssigkeit als optisch leer angesehen werden konnte. Im Ultramikroskop dagegen traten zahlreiche Beugungsscheibchen auf, bei denen 30 Minuten nach dem Auspressen, neben dem Braunschen Bewegungsphänomen, eine gewisse überlagerte Bewegung feststellbar war, welche jedoch nur einen Teil der Ultramikronen zu beeinflussen schien. Mit Anlegen der Spannung begannen sich dann die Lichtpunkte zu separieren, wobei sich eine stärkere Wanderung zur Kathode hin feststellen ließ.

Natürlich bringt der lufterlektrische Vertikalstrom im Verhältnis zu den gewaltigen Energiemengen, die die Pflanze in Form von Licht und Wärme von der Sonne zugeführt erhält, nur schwache Kräfte in ihren Energiehaushalt hinein. Auch im Verhältnis zu den großen interzellularen Ladungsphänomenen scheinen die elektrischen Energieträger des vertikalen Ladungsausgleiches, die die Pflanze zur Leitung benutzt, keine überragende Rolle zu spielen¹⁾.

Diese Ausführungen zeigen also zur Genüge, daß das Leben der Pflanze in weitgehendem Maße an elektrophysiologische Vorgänge gebunden ist. Die Bestrebungen, die Elektrizität als Aktivierungsfaktor in den pflanzlichen Produktionsprozeß hineinzubringen, bedeutet für die Pflanze an und für sich kein neues physiologisches Problem. Die ersten Versuche über Elektrokultur, so vor allem diejenigen von Bertholon, Gardini, Ingenhouz und Wollny (60) rechnen im Grunde alle mit einer elektrischen Feldwirkung der Atmosphäre gegen die Erde und schreiben ihr eine für das Pflanzenwachstum spezifische Wirkung zu. Ihre Bestrebungen gingen dahin, mit Hilfe eines im Prinzip gleich aussehenden Apparates — Elektrovegetometer genannt — die Raumladung der unteren Luftschichten zu konzentrieren und sie beliebig

¹⁾ Ich denke dabei nicht bloß an osmotische Konzentrationsgefälle, sondern an meßbare elektrische Spannungseffekte und Ströme, die ihren Sitz in der Pflanze aufweisen. So hat man z. B. gefunden, daß sich die Wurzel unabhängig von dem negativen Erdpotential gegen den Stamm und die Blätter negativ verhält. Wird ein Apfel oder eine andere Frucht an irgendeiner Stelle gequetscht und verbindet man diese Stelle der Schale mit einem Galvanometer, so zeigt dieses einen Strom entsprechend einige Zehnmillivolt Spannung an. Dabei erscheint die beschädigte — auch angeschnittene — Stelle immer negativ gegen die unbeschädigte. Man spricht in diesem Falle von einem Verletzungsstrom (Techn. Rundschau Nr. 41, S. 3, 1931). Analog sind auch von der Medizin solche physiologischen Ströme gemessen worden. Diese biochemischen Ströme harren noch einer eingehenden Erforschung durch die Pflanzenphysiologie.

mittels einer aus zahlreichen Spitzen versehenen Elektrode der Phytosphäre zuzuleiten. Die mangelnden Kenntnisse dieser Forscher über Luftelektrizität und daher ihr Unvermögen über ihr Vorhaben quantitative Vergleiche anzustellen, haben nicht nur unbrauchbare, sich widersprechende Ergebnisse gezeitigt, sondern auch die wissenschaftliche Erkenntnis weiter nicht gefördert.

Die Versuche mit galvanischer Elektrizität brachten insofern ein neues Phänomen in die Physiologie der unterirdischen Pflanzenorgane hinein, als die hier zur Anwendung gelangten Stromdichten das Plasma schädigten. Die Versuchsanordnung geschah in der Regel derart, daß zwischen zwei in das Erdreich versenkten, parallel gegenübergestellten Elektroden, Cerealiensaatgut ausgelegt wurde. Lipperheide verwendete zur Nachprüfung der Versuche von Loewenberg Hannagerste, wobei die Sämlinge bei der einen Versuchsanordnung parallel, das andere Mal senkrecht zur Stromrichtung gestellt wurden. Konnte er bei einer Stromdichte von $0,0001 \text{ Amp./cm}^2$ bei 15 Volt auch eine leichte Beschleunigung der Keimung feststellen, so traten bei einer Stromdichte von mehr als $0,0001 \text{ Amp./cm}^2$ und einem Spannungsgefälle von 150 Volt ausnahmslos Schädigungen auf. Ähnliche Versuche, jedoch die Pflanzenwurzel in einer Nährlösung, führten zu einer schädigenden Verkrümmung der Wurzel. Solche Erscheinungen gehören zum Gebiet des Galvanotropismus.

Daß die Erdladungen nicht gleichmäßig über die Erdoberfläche verteilt sind und als deren Folge elektrische Ausgleichsströmungen — besonders unter dem Namen Erdströme, „vagabundierende Ströme“ — auftreten, ist schon längst bekannt. Es ist durchaus nicht notwendig, daß etwa ein Gewitter oder auch Niederschläge der Anlaß der Ströme sei. Es gibt unter anderen Ursachen eine Reihe von Vorgängen auf der Sonne, die solche Störungen im Gefolge haben können. Da dieselben auch den Gang der erdmagnetischen Elemente beeinflussen, spricht man in gewissen Fällen direkt von „magnetischen Gewittern“. In räumlicher Ausdehnung ungleichmäßige Dissoziation erzeugt ein Konzentrationsgefälle, das ebenfalls Ausgleichsströme hervorruft. Letzten Endes müssen wir auch die den Atomzerfall berührenden Phänomene und ihre Ursache zu Ausgleichsströmungen hier erwähnen.

Alle diese durch terrestrische und außerterrestrische Vorgänge bedingten Ströme weisen — von gewissen lokalbedingten Ausnahmen abgesehen — Dichten auf, die das Pflanzenwachstum kaum beein-

flussen. Zudem wählen ihre Hauptintensitäten den der elektrischen Leitung einen geringeren Widerstand entgegensetzenden Untergrund, vor allem das Grundwasser, Erzgänge usw. Da die Leitung durch die Erde zu einem großen Teil „elektrolytisch“ sein muß, werden auch entsprechende Zersetzungen im Erdreich stattfinden, die für die Bloßlegung mineralischer Nährstoffe von Bedeutung sein können.

Für den Lebensprozeß der Pflanze spielen diese Erdströme bei weitem nicht jene Rolle wie der Vertikalstrom. Und wie die Versuche von Loewenberg und Lipperheide zur Genüge darbringen, scheint eine weitere Ausdehnung derselben mit künstlich erzeugten galvanischen Erdströmen wenig Erfolg versprechend.

Die ersten grundlegenden Versuche mit hochgespannten Strömen verdanken wir dem intuitiven Geist Lemströms (31, 32 u. 21). Bei seinen in erster Linie luftelektrischer Forschung dienenden Nordlandreisen der Jahre 1868, 1871, 1882 und 1884 stach dem Blick des Naturforschers der intensive Wuchs der Cerealiengewächse jener nördlichsten Kulturzonen in die Augen. Trotz der kurzen Vegetationszeit übertraf ihr fortgeschrittenes Wachstum das der nämlichen Kulturen in weit südlicheren Breiten. Er glaubte diese Wachstumsintensivierung dem Einfluß der in diesen Gegenden häufig auftretenden Nordlichter zuschreiben zu müssen.

Diese Beobachtungen, obgleich sie durch andere physiologische Momente erklärt werden können, regten ihn zu seinen Elektrokulturversuchen an, die er mit dem Jahre 1885 begann. Die leitende Idee war, mit Hilfe einer Influenzmaschine hochgespannte Ströme zu erzeugen und diese mittels eines mit Spitzen versehenen Metallnetzes, welches über den Pflanzen ausgebreitet lag, die Luft künstlich zu ionisieren. Den einen Pol der Influenzmaschine legte er mittels Zinkplatten in die Versuchstöpfe. Schon gleich zu Anfang beschäftigte ihn nicht bloß die Frage nach dem Verhalten der elektrisierten zu den Kontrollpflanzen, sondern er prüfte gleich auch die Frage nach dem Einfluß der Stromrichtung auf das Pflanzenwachstum. Die Versuche führten im Laufe der Jahre zu in der Mehrzahl positiven Ergebnissen. Wachstumssteigerungen von 40 % und mehr wurden gegenüber den Kontrollen erreicht. Nach Regelmäßigkeit und Höhe der Erträge waren die Versuchstöpfe mit dem positiven Pol am Luftleiter denjenigen mit umgekehrter Stromrichtung überlegen. Mit diesen Feststellungen gab sich Lemström nicht zufrieden, sondern er suchte nach einer Er-

klärung dieser Mehrerträge. Er glaubte, solche auf eine vermehrte und beschleunigte Zirkulation der Nährstoffe zurückführen zu müssen. Überhaupt lag ihm eine physikalische Erklärung näher und er schrieb daher physiologischen Reizwirkungen eine geringere Rolle zu. Ein Moment zur Stützung dieser Ansicht erblickte er vor allem in dem verschiedenen Verhalten von Flüssigkeitssäulen in Kapillaren. So findet unter der Einwirkung eines elektrischen Feldes ein Steigen von Flüssigkeiten in Kapillaren statt, welches auf eine Anreicherung des Meniskus an Ionen zurückzuführen ist. Es entsteht dann eine Störung des osmotischen Druckgefälles, und als Folge setzt eine Ausgleichsströmung ein. Dieser Vorgang wird allgemein als Elektroosmose bezeichnet. Daß dieser elektro-physikalische Vorgang im Nährstoffaufstieg der Pflanze eine Rolle spielen kann, machen Keimungsversuche wahrscheinlich, bei welchen die Wasseraufnahmefähigkeit des sich erst bildenden Wurzelwerkes noch zurücksteht. In den drei ersten Tagen nach der Keimung weist nämlich elektrisierte Weizen- und Gerstensaat ohne Ausnahme ein größeres Wachstum auf als die entsprechenden Kontrollen. Bei Fortsetzung der Versuche ist dann bei späteren Beobachtungen eher wieder ein Ausgleich festgestellt worden. Diese unsere Beobachtungen sind nur eine Bestätigung der Keimungsversuche, die schon Schellenberg im Jahre 1913 anstellte (3). Das rasche Wachstum in den ersten Tagen nach der Keimung kann in der beschleunigten Mobilisation der Nährstoffe durch Elektroosmose seine Erklärung finden. Stern (48) prüfte diese Ergebnisse Lemströms im Potometer nach, ohne daß es ihm gelang, eine Beschleunigung des Säftestromes nachzuweisen.

Auf Grund dieser bei Lemström positiv ausgefallenen Versuche, mittels künstlich erzeugter Ionen das Pflanzenwachstum zu fördern, erachteten zahlreiche Forscher die wissenschaftliche Erkenntnis der Elektrokultur für genügend abgeklärt, um dieselbe in die Praxis einzuführen. Prof. Oliver Lodge in Birmingham nahm in Verbindung mit Newman und unterstützt vom Ministerium für Landwirtschaft die Elektrokulturversuche in England nach verbesserten technischen Voraussetzungen auf (21). Angeregt durch diese Untersuchungen betrachtete der Elektrotechniker Breslauer (4) die Elektrokultur reif für den praktischen Großversuch. Mit Hilfe einer von ihm durchkonstruierten Hochspannungsquelle, deren Stromcharakteristik beinahe vollständig gleichgerichtete Stromimpulse aufwies, war es ihm möglich, eine Kulturfläche von 36 ha

einem starken elektrischen Felde zu unterwerfen. Die Gleichrichtung erfolgte mittels eines „Ventils“, welches ein Zurückfließen der positiven Elektrizität verhindert haben soll. Es wurde durch eine einfache Funkenstrecke, bestehend aus Spitze und Platte, dargestellt. Da eine solche Funkenstrecke infolge von Luftströmungen, allmählicher Ionisierung des umgebenden Raumes usw. keine genügende Sicherheit bot, setzte er sie in ein Vakuum.

Die Technik der Gleichrichtung war zu jener Zeit noch kaum entwickelt. Die Spannung betrug ähnlich wie bei den Versuchen der Engländer um die 60 000 Volt herum. Ein mächtiges, 5—8 m über dem Erdboden sich ausbreitendes Netz aus parallelen Drähten überspannte das Versuchsfeld. Waren seine Versuchsergebnisse nicht so eindeutig wie bei Lemström und den Engländern, so fielen sie doch in positiver Weise aus. Die zum Teil negativen Ergebnisse glaubt er dem geringeren Feuchtigkeitsgehalt seines Versuchsgebietes (Südschweden) zuschreiben zu müssen.

Neuere Ergebnisse, welche einen wachstumsfördernden Einfluß der Elektrokultur feststellen, stammen von Blackman (4), der große Freilandversuche vorwiegend mit Haferkulturen durchführte. Daneben bediente er sich zum Studium der Fragen der kritischen Stromintensitäten auch Laboratoriumsversuchen. In ähnlicher Weise studierten die amerikanischen Forscher Collins, Flint und MacLane (7) die Frage nach der optimalen Stromstärke. Bei Mais erhielten sie bei einer Stromintensität von 10^{-9} Amp. je Pflanze das höchste Wachstum.

Diesen positiven Versuchsergebnissen, die quantitativ allerdings bedeutende Schwankungen in den Mehrerträgen aufweisen, stehen in ebensolcher Zahl Elektrokulturversuche mit mehr oder weniger negativem Erfolg gegenüber. Auf Grund der von Breslauer entwickelten Elektrokulturmethode wurden in Hede-Wigenkoog (6), Holstein und in Halle (30) große Freilandkulturen angelegt, die wie auf dem Versuchsgut Mocheln des K. W.-Institutes für Landwirtschaft in Bromberg (35) und anderen ergebnislos verliefen. Nach Lipperheide wurde auf den mit Wechselstrom behandelten Parzellen sogar vermindertes Wachstum beobachtet.

Neben diesen mehr dem Allgemeinstudium der Elektrokultur gewidmeten Versuchen hat Lipperheide (35), angeregt durch R. Stoppel (49), sich mehr Fragen der Reizphysiologie zugewandt. Seine Versuchsanordnung weicht insofern von der bisher üblichen ab, als die Ionisierung der Luft nicht mittels elektrischer Feld-

wirkung unmittelbar über den Pflanzen erfolgt, sondern daß die Luft, isoliert vom gläsernen Versuchskasten, durch Funkenentladung ionisiert und durch einen Ventilator über die Versuchspflanzen geblasen wird.

Seine wesentlichsten Untersuchungen widmete er der Abhängigkeit der Schlafbewegung von *Phaseolus vulgaris* unter verschiedenen Außenfaktoren, von denen uns in diesem Zusammenhange vor allem der Einfluß der ionisierten Luft interessiert. Zusammenfassend hat sich ergeben, daß tatsächlich Beziehungen zwischen Ionisation der Luft und pflanzen-physiologischen Vorgängen existieren. Es zeigte sich dabei, daß gestörte Schlafbewegungen durch Zuführung von hoch leitfähiger Luft wieder normal werden. Ferner will er eine Ähnlichkeit zwischen der Leitfähigkeitskurve der Atmosphäre und dem Gang der Blattbewegung von *Phaseolus vulgaris* erkennen. So soll hochleitfähige Luft eine Hebung der Blätter bewirken. In ähnlicher Weise wird die Bewegungskurve der Blätter bei Einwirkung von Röntgenstrahlen und ultra-violettem Licht untersucht.

Für die Elektrokultur im besonderen sind dabei folgende Feststellungen Lipperheides von Interesse:

1. Erhöhte Ionisation der Luft wirkt fördernd auf das Pflanzenwachstum. Die Gesamtoberfläche der Blätter und das Trockengewicht wird bedeutend vergrößert.

2. Die Salzaufnahme der mit künstlich ionisierter Luft behandelten Pflanzen ist größer als die der nicht behandelten. Dies wird in Zusammenhang mit der stärkern Assimilation und Transpiration gebracht.

Zu ähnlichen Ergebnissen in bezug auf die Transpiration kommt auch Fräulein Henrici (20). Anschließend ergaben sich auf Grund von Versuchen gewisse Zusammenhänge zwischen optimalen Wachstumsbedingungen der ionisierten Pflanzen einerseits und der Lichtintensität und dem Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre andererseits.

Diese Relationen sind insofern von Interesse, als große Lichtintensitäten bei stark ionisierter Luft sowohl im Gebirge als auch in der Ebene die Assimilation benachteiligen, während bei schwächerem Licht eine Assimilationssteigerung eintritt. Hoher Ionengehalt in trockener Atmosphäre soll schädlich wirken.

Überblicken wir diese mit wechselndem Erfolg durchgeführten Versuche in der Elektrokultur, so hat uns die wissenschaftliche

Erkenntnis seit Lemström nicht viel weiter gebracht. Die Kompliziertheit der sich überdeckenden Vorgänge und Einflüsse erschwerten von Anfang an eine klare Problemstellung. Durch anfängliche Erfolge angeregt, glaubte man, ohne die Mannigfaltigkeit der ursächlichen Zusammenhänge studiert zu haben, gleich aufs Ganze gehen zu dürfen und die Elektrizität in vollem Umfange als Produktionsfaktor in die pflanzliche Gütererzeugung einzuführen. Vollends bemächtigte sich noch die Spekulation der Elektrokultur. Elektro-Vegetometer und andere für Wissenschaft und Praxis unbrauchbare Apparate wurden vom Handel auf den Markt gebracht. Die Folge war eine natürliche Reaktionsbewegung. Das Für und Wider der Elektrokultur wurde eine Ansichtssache. Diese unerfreulichen Verhältnisse teilten sich auch störend allen wissenschaftlichen Forschungsarbeiten auf diesem Gebiete mit.

Nur wenige Institute, wie das Institut für Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule Bonn-Poppelsdorf unter Professor Körnicke und vor allem das pflanzenphysiologische Institut der E. T. H. in Zürich unter der fördernden Leitung von Professor Jaccard, sind unbehindert dem sonst extensiven Entwicklungsgang bei der Elektrokultur der wissenschaftlichen Erforschung — dieser vorderhand noch rein ins Gebiet der Phyto-Elektrophysiologie fallenden Fragen — treu geblieben. Schon allein die Tatsache, daß die künstliche Elektrisierung in 90% der Fälle eine Gewichtszunahme der Pflanzen und speziell der Körner bestimmt, macht das Problem auch im Hinblick auf eine eventuell spätere praktische Nutzenanwendung eines weiteren Studiums wert (24 u. 25). Solange aber der Erfolg dieser Kulturmethode von Voraussetzungen abhängt, deren Wesen und ursächliche Zusammenhänge noch absolut unerforscht daliegen, solange kommt dem Laboratoriumsversuch nach wie vor eine Hauptbedeutung zu. Dies schließt den gleichzeitig ausgeführten Freilandversuch nicht aus. Im Gegenteil, er kann wertvolle von unliebsamen Laboratoriumseinflüssen befreite Ergänzungsergebnisse liefern. Zudem besitzt das Resultat großer Versuchsreihen zur Erhärtung wissenschaftlicher Ergebnisse wertvolle Beweiskraft.

II. Die Abgrenzung der Versuche.

Nach diesen zusammenfassenden Studien über frühere Versuche und Forschung auf dem Gebiete der Elektrokultur ist in erster Linie die Feststellung von Wichtigkeit, daß der pflanzliche Lebens-

prozeß an elektrische Effekte gebunden ist. Schon allein diese Tatsache rechtfertigt es, unabhängig von zukünftigen praktischen Erfolgsaussichten die Studien auf dem Gebiete der Elektrokultur rein aus wissenschaftlichem Interesse fortzusetzen.

Die Vielseitigkeit der damit zusammenhängenden Probleme verlangt aber gebieterisch nach einer Aufteilung des Stoffgebietes. Das Vorstudium zu meiner Arbeit wurde insofern aufs Nachhaltigste gefördert, als das pflanzenphysiologische Institut schon seit einigen Jahren den Problemen der Elektrokultur volle Aufmerksamkeit geschenkt hatte. Auf den wenigen Voraussetzungen aufbauend, prüfte Professor Jaccard vorerst die früheren Ergebnisse der Praxis durch eigene ausgedehnte Versuchsserien nach, um selbst die nötigen Unterlagen und Erfahrungen zu neuen Versuchen zu sammeln. Da von Anfang an die Bedeutung der Lufterlektrizität und daher die künstliche Ionen-Anreicherung in der Phytosphäre für das Problem der Elektrokultur klar erkannt wurde, wurde es, ehe eine größere Differenzierung des Versuchsprogrammes vorgenommen wurde, für unumgänglich nötig erachtet, erst die technische Seite einer Lösung entgegenzuführen.

1. Galt es die Frage aufzuklären, ob die Ionen unmittelbar über der Pflanze, also mit Hilfe eines elektrischen Feldes zu erzeugen seien, oder ob eine gesonderte Ionenbildung in einem Ionisator größere Erfolgsaussichten bieten würde. Im Hinblick auf eine eventuell später vorzunehmende praktische Nutzanwendung der Elektrokultur bei Freilandkulturen und auch um die unnötige Komplizierung der Probleme durch die Berücksichtigung unkontrollierbarer Diffusionsströmungen sowie der bei der großen Intensität der elektrischen Entladung sich abwickelnden chemischen Umsetzung der Luft zu vermeiden, wurde von einer solchen Art der Ionenerzeugung, die für Versuche in geschlossenem Glaskasten, wie sie vor allem Lipperheide verwendete, ganz wertvolle Aufschlüsse bringen kann, abgesehen.

2. Die rastlose technische Entwicklung auf dem Gebiete der Hochspannungsmaschinen hat die Auswahl eines für die Elektrokultur in erster Linie geeigneten Apparatetypes nicht erleichtert und verlangte zum Studium der Auswahl der geeignetsten Stromquelle zahlreiche kostspielige und lang andauernde Versuche (22).

3. Neben dieser rein technischen Seite der Aufgabe galt es, den Einfluß der Höhe der Spannungen, der Stromart und Richtung auf das Pflanzenwachstum zu studieren. Den Möglichkeiten wurden

insofern Grenzen gesetzt, als es eigentlich erst im letzten Jahrzehnt der Technik gelang, die für den wissenschaftlichen Versuch notwendigen reinen Gleichströme mit praktisch konstanten Spannungs- und Stromamplituden zu liefern.

4. Die elektrische Feldwirkung und das Auftreten dunkler elektrischer Entladungen in der Atmosphäre übt auf letztere nicht bloß ionisierenden Einfluß aus, sondern sie führen vielmehr auch zu einer teilweisen chemischen Umformung gewisser Luftkomponenten. Dadurch werden Einflüsse biologischer Natur in der lebenden Pflanze hervorgerufen, und es scheinen Untersuchungen der Assimilation, der Atmung und der Wasserzirkulation besonders aufschlußreich zu sein.

5. Die künstliche Ionisierung der Atmosphäre konnte naturgemäß nur in engster Anlehnung an das Studium der atmosphärischen Elektrizität erfolgen. Der Technik war das Problem zugewiesen, die Ionenerzeugung praktisch zu lösen. Der Biologie stand die Frage nach der optimalen Ionendichte und Spannung zu. Darauf, daß dem qualitativen Einfluß der Reizwirkung eine größere Rolle zukommen muß als dem quantitativen elektrischen Energieumsatz, wurde schon von Lemström und später von Winterstein und Jaccard aufmerksam gemacht. Der Ionenanreicherung muß eine aktivierende Wirkung zugeschrieben werden, deren endgültige Erklärung noch offen steht.

Daß die Energiebilanz der während einer Kulturperiode über einem Kartoffelacker ausgestrahlten Elektrizitätsmenge mit dem Mehrertrag an pflanzlicher Stärke bei den Versuchspflanzen gegenüber den Kontrollpflanzen bei weitem nicht übereinstimmt, kann nicht erwartet werden und wurde erstmals von Winterstein durch eine Überschlagsrechnung gezeigt¹⁾.

¹⁾ Breslauer, Beeinflussung des Pflanzenwachstums durch ionisierte Luft, in „Bulletin des Schweiz. Elektrotechn. Vereins“, Nr. 7, 1913. Bei der vollständigen Verbrennung der Stärke entstehen Kohlendioxyd und Wasser, wobei pro Kilogramm Stärke rund 4000 Kalorien frei werden. Wenn in der Pflanze unter Mitwirkung des Blattgrüns die Stärke aus diesen beiden anorganischen Stoffen Kohlendioxyd und Wasser gebildet wird, so muß hierzu die gleiche Energiemenge zur Stärkebildung verwendet werden. Diese Energie wird von der Sonne geliefert. Die Mehrproduktion der anderen organischen Stoffe bleibt unberücksichtigt. Bei einer mittleren Ernte entfallen auf 1 ha rund 250 dz Kartoffeln. Gute Kartoffeln enthalten 29% Trockengewicht. Der Stärkegehalt beträgt im Mittel 20% und bei einem mittleren Gehalt von $\frac{1}{4}$ % Stickstoff ergibt sich ein Eiweißgehalt von ca. $1\frac{1}{2}$ %. Der Rest entfällt auf andere organische Verbindungen Ange-

Rein von der energetisch technischen Seite dem Problem nähertreten zu wollen, erweist sich schon allein auf Grund dieser Überschlagsrechnung als wenig Erfolg versprechend. Weit näher rücken wir den tatsächlichen Verhältnissen, wenn wir nicht die gebildete Trockensubstanz, sagen wir, um mit unten aufgeführter Rechnung konform zu bleiben, die gebildete Stärke, mit der ausgestrahlten elektrischen Energie vergleichen, sondern die aufgenommenen Nährsalze, die Elektrolyte.

Wie Lipperheide (34) auf Grund von Kulturversuchen von *Phaseolus vulgaris* in Cronescher Nährlösung feststellte, waren schon nach einer verhältnismäßig kurzen Versuchsdauer eindeutige Unterschiede in der Aufnahme der Nährsalze zwischen Kontroll- und Versuchspflanzen aufzuweisen. Zu Versuchsanfang wiesen Kontroll- und Versuchsgefäße äquivalente Nährsalzverhältnisse auf. Nach dem Versuch wurde von jedem Gefäße 100 ccm Nährlösung entnommen und eingedampft. In folgender Tabelle sind die gewichtsanalytisch festgestellten Rückstände angeführt:

nommen nun, daß durch die elektrische Bestrahlung ein Mehrertrag von 20%, also von 50 dz Kartoffeln erzielt würde, so berechnet sich ein Mehrertrag von 1000 kg Stärke.

Machen wir nun die Annahme, daß durch die elektrische Bestrahlung ein Mehrertrag von 1000 kg Stärke pro ha erzielt worden ist, so entspricht dieser Mehrertrag einer Verbrennungswärme von $1000 \times 4000 = 4 \times 10^6$ Kalorien; daraus berechnet sich eine Arbeitsleistung von $4 \times 10^6 \times 427 \text{ m/kg} = 1,7 \times 10^9$, dies in Wattstunden ausgerechnet gibt

$$\frac{1,7 \cdot 10^9 \cdot 9,8}{60 \cdot 60} = 0,47 \cdot 10^7 = 4700 \cdot 10^3 \text{ Wattstunden.}$$

Es wäre also durch die Elektrokultur ein Mehrertrag von $4700 \cdot 10^3$ Wattstunden erzielt worden. Wieviel Energie würde nun in Form von elektrischer Energie zugeführt? Da auf Grund der Versuche von Dr. Breslauer die durch Strahlung zugeführte elektrische Energie nur 3 Watt pro ha beträgt und man 10 Stunden lang täglich während 150 Tagen bestrahlt, so ergibt dies $3 \cdot 10 \cdot 150$ Wattstunden = $0,45 \cdot 10^3$ Wattstunden. Die durch Strahlung zugeführte elektrische Energie ist also etwa 10000 mal kleiner als diejenige, welche in der Pflanze in Form von verbrennbarer Substanz während des Wachstums aufgespeichert wurde.⁴

Blackmann ist auf Grund von Maiskulturen zu ähnlichen Ergebnissen gekommen. Einem elektrischen Energieaufwand von 15 Kalorien steht eine Trockengewichtszunahme von 9000 Kalorien gegenüber.

Versuch	Menge der nicht aufgenommenen Nährsalze	
	Kontrolle g	Versuch g
1	0,200	0,185
2	0,216	0,199
3	0,215	0,180
4	0,215	0,197

Der Unterschied in der Menge der aufgenommenen Nährsalze liegt unbedingt außerhalb einer möglichen Fehlergrenze. Quantitativ wurden die Salze weiter nicht analysiert.

Diese mehr generelle Problembehandlung führt zu einer Zerteilung des Untersuchungsgebietes und teilt sich auf:

1. in einen elektro-biochemischen Teil,
2. in einen physiologischen Teil.

Unsere nachfolgenden Untersuchungen befassen sich mit dem unter 1. umschriebenen Stoffgebiet. Da jedoch die technische Seite des Problems noch gewisse konstruktive Aufgaben offen ließ, so erfuhren unsere Untersuchungen naturgemäß eine Erweiterung nach der technischen Seite hin.

Die stoffliche Abgrenzung für unsere Arbeiten und Untersuchungen sei daher die folgende:

1. Die Entstehung und Herkunft der Luftelektrizität und die Wahl und die technische Durchbildung der Hochspannungsquelle.

Ein kurzer Hinweis auf die Ionisatoren der Atmosphäre ist schon im Hinblick auf die Wahl der Stromquelle und Durchbildung des Luftleiters maßgebend.

2. Die Pflanze und ihr Einfluß auf die elektrische Leitfähigkeit der Atmosphäre.

Da der Pflanze die Rolle eines Konduktors zukommt, ergibt sich aus rein elektrostatischen Überlegungen, daß ihre oberflächliche Ausbildung einen maßgebenden Einfluß auf die Zerstreuung der Luftelektrizität ausübt. Bei Grannen, Haaren, Blattspitzen usw. tritt eine Verdichtung des elektrischen Feldes in Erscheinung, so daß diesen Organen im besonderen Maße die Aufgabe der Ionenfängerei zukommt.

3. Der Einfluß des elektrischen Feldes auf die Komponenten der Atmosphäre.

Diesen Untersuchungen muß besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, denn der Chemismus der stillen elektrischen Entladungen in atmosphärischer Luft ist noch unvollkommen erforscht. Was die Feldeinwirkung auf die Komponenten der Atmosphäre, vor allem der Kohlensäure, anbelangt, sind wir kaum unterrichtet. Das Kohlensäureproblem speziell nach dieser Seite hin zu betrachten, ist auch insofern interessant, als M. D. Chouchak (5) auf Grund quantitativer Untersuchungen glaubt den Nachweis erbracht zu haben, daß beim positiven Pol an der Pflanze die Assimilation angeregt wird, da die Kohlensäure im Versuchsraum eine stärkere Abnahme erfuhr. Im weiteren ist neben der Frage der Ozonbildung vor allem die Stickstoffoxydation bei Gegenwart stiller elektrischer Entladung zu untersuchen. Daß bei genügender Intensität der stillen Entladung eine solche stattfindet, hat schon Ehrlich gezeigt, und die Bindung des Luftstickstoffes mit dem Sauerstoff bei Blitzschlägen ist allgemein bekannt. Wie in dieser Beziehung die Verhältnisse bei den ungleich schwächeren stillen elektrischen Entladungen liegen, muß erst untersucht werden.

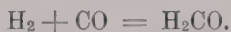
Ein erster Hinweis auf den Chemismus der stillen elektrischen Entladung hat nach Winterstein (1) schon W. Loeb gegeben. Durch eingehende Versuche zeigte er, daß bei Einwirkung stiller elektrischer Entladung auf Kohlensäure und Wasser die Vorstufen des Zuckers entstehen. Unter ihrem Einfluß bildet sich nach Loeb aus dem Kohlendioxyd Kohlenmonoxyd und Sauerstoff.



Das gebildete Kohlenmonoxyd reagiert unter Mitwirkung der elektrischen Entladung mit Wasser unter Entwicklung von Wasserstoff, wobei wieder Kohlensäure frei wird.



und der Wasserstoff verbindet sich mit dem Kohlenmonoxyd zu dem sog. Formaldehyd



Damit wird also auf rein anorganischem Wege die Vorstufe des Zuckers gebildet.

4. Der Einfluß des elektrischen Feldes auf die Transpiration, die Reaktion der Pflanzensäfte und den Aschengehalt der Pflanzen.

Bei der biologisch-physiologischen Seite des Problems beschränken wir uns auf diese Hauptfragen. Die Untersuchungen über die Mineralstoffaufnahme sind dabei besonders geeignet, über die energetische Seite der Nährsalzaufnahme aufklärend zu wirken.

Eine weitere Ausdehnung der Versuche müßte uns dann zum Studium der Reizphysiologie, der Aktivierungsphänomene hinleiten, was außerhalb dem dieser Arbeit zugrunde gelegten Rahmen liegt.

5. Praktische Nutzenanwendung der Elektrokultur?

Wissenschaftliche Untersuchungen, solange sie nicht zu abschließenden Ergebnissen und Ansichtsbildungen geführt haben, spekulativ auf ihre praktische Nutzenanwendung hin zu deuten, bietet wenig Verlockendes. Die Praxis hat aber von jeher ein solches Interesse für die Elektrokultur gezeigt, daß es angebracht ist, sei es auch nur, um vor übereilten Versuchen und unnützen Kosten zu warnen, ihre zukünftigen Erfolgsaussichten im Rahmen unserer gegenwärtigen Erkenntnis zu besprechen. Ich komme damit auch einer Dankespflicht gegenüber der „Schweizerischen volkswirtschaftlichen Stiftung zum Studium technisch-ökonomischer Fragen“ nach, die durch Bereitstellung von Mitteln unserem Institut gestattete, die Versuchseinrichtungen im notwendigen Rahmen zu schaffen.

III. Über die Entstehung und Herkunft der Lufterlektrizität.

Wie schon einleitend betont, wollen wir bei unseren Versuchen keine vollständig neuen elektrischen Verhältnisse schaffen, sondern nur die schon bestehenden lufterlektrischen Zustände auf eine für das Pflanzenwachstum optimale Höhe verstärken. Die Lösung dieser mehr praktischen Fragen setzt aber von vornherein ein eingehenderes Studium und Kenntnis der Ionisatoren der Atmosphäre voraus. Über das Vorhandensein der Lufterlektrizität haben wir uns schon im I. Kapitel geäußert. Hier wollen wir kurz erwähnen, welchen Ursprung die atmosphärische Elektrizität gemäß heutiger Erkenntnis besitzt und welche Verteilung sie in der Atmosphäre einnimmt.

1. Die Absorption kosmischer Strahlung in der Atmosphäre und Ionisation derselben.

Bis in eine Höhe von 30 km läßt sich die Lufterlektrizität mit Hilfe von Registrierballons erforschen. Wie die Verhältnisse weiter oben sind, unterliegt zum großen Teil den Mutmaßungen theoretischer Erörterungen und man ist daher auf indirekte Schlüsse angewiesen. Hier in diesen oberen und obersten Luftschichten,

in der Stratosphäre, spielen sich gewaltige energetische Umsetzungen ab, die mit intensivsten Ionisationserscheinungen zusammenfallen. Wie weit diese Vorgänge mit den elektrischen Ladungen der bodennahen Luftschichten im Zusammenhang stehen, ist noch nicht restlos geklärt. Wie Leitfähigkeits- und Potentialmessungen vom Ballon aus ergaben, scheint in der Troposphäre mit der Höhe eher eine Abnahme der Leitfähigkeit einherzugehen. So ergaben Messungen nach Simpson (45):

$\frac{dV}{dn} = 50-100 \text{ Volt/m}$	$J^1) + = 0,43$	$J - + 0,39$
100—150	0,37	0,32
150—200	0,36	0,28
200—300	0,26	0,19
300—400	0,15	0,15
über 400	0,12	0,12

In größeren Höhen, von 3000 m an aufwärts beginnt dann als Ausdruck erhöhter Intensität der kosmischen Strahlung wieder eine Zunahme der Leitfähigkeit der Atmosphäre.

Nehmen wir, wie allgemein üblich, in größeren Höhen wie 12 km die Temperatur (-53°C) als konstant an, so werden vertikale Luftströmungen infolge Temperatenausgleich über diese Schichtgrenze hinaus (Troposphäre-Stratosphäre) keine große Rolle mehr spielen und damit die Ionenverfrachtung als Folge von Konvektionsströmungen unwesentlich sein. Wir sind heute noch nicht in der Lage, den Anteil der in der Stratosphäre gebildeten Ionen an der Gesamtionenzahl der erdnahen Luftschichten abschließend zu beurteilen. Jedoch ist gewiß, daß die Ionisierung der obersten atmosphären Schichten durch außererrestrische Strahlen in ihrer ganzen Mächtigkeit vonstatten geht.

Die für uns wesentlichsten Ionisatoren, die von außen her in die Lufthülle eindringen, werden wir in ihrem funktionellen Einfluß kurz charakterisieren.

aa) Das ultraviolette Spektrum.

Das ultraviolette Spektrum besitzt, wie wir aus der Natur der Strahlung schließen, besonders im Hinblick auf die Absorbierbarkeit und die tageszeitliche Verteilung, verschiedene Ursprungsquellen.

¹⁾ J = Ionenladung in 10^{-6} e. st. E. pro ccm.

Im Gegensatz zum ultravioletten Spektrum der Sonne ist die Absorption der kosmischen Strahlung verhältnismäßig gering. Ebenso ist die Intensität dieser Strahlung nach Millikan Tag und Nacht praktisch vollkommen gleich. Aus diesem Grunde erblickt er den Interzellularraum, den unermesslichen, fast völlig leeren Raum zwischen den Sternen, als Ursprung der kosmischen Strahlung. Die Durchdringung derselben ist außerordentlich stark, da selbst eine Bleischicht von einem Meter Dicke sie nicht vollständig zu absorbieren vermag. Der gesamte ober- und unterirdische pflanzliche Lebensprozeß ist ihr restlos ausgesetzt. Über deren spezifische Beeinflussung auf das Pflanzenwachstum ist man aber noch gar nicht unterrichtet. Über die Rolle dieser nach Millikan unablenkbaren elektromagnetischen Wellenstrahlung als Ionisator der Atmosphäre läßt sich daher noch wenig aussagen.

Ganz anders das ultraviolette Spektrum der Sonne, dessen Frequenzen lange nicht an die der kosmischen Strahlung heranreichen. Schon Lenard (33) hat für die ultraviolette Strahlung der Sonne, ganz ähnlich wie für die γ -Strahlen des Radiums eine Volumionisation des durchstrahlten Gases auf Kosten der absorbierten Strahlungsenergie wahrscheinlich gemacht. Nach Mache (37) ist allerdings noch eine andere Deutung möglich, indem die beobachtete Ionisierung besonders der untersten Atmosphärenschichten nicht auf einem direkten Einfluß des Lichtes beruht, sondern vielmehr indirekt in der Weise zustande kommt, daß das Licht die in der Luft suspendierten ungeladenen Staubteilchen im Sinne des Hallwachseffektes¹⁾ beeinflusst. Die von den Staubteilchen ausgeschleuderten Elektronen verbinden sich mit den Molekülen des Gases zu Molionen und sind dann die negativen Träger, die Staubkerne die positiven Träger des Stromes.

Besitzen beide Erklärungen ursächliche Berührungspunkte, so kommt diejenige von Lenard den heutigen Ansichten der Physik näher.

Wie schon eingangs ausgeführt, spielt die intensive Ionisation der hohen und höchsten Luftschichten für die Leitfähigkeit in der Troposphäre voraussichtlich keine größere Rolle. Bei den geringen Geschwindigkeiten der vertikalen Luftströmungen in der Atmosphäre ist es kaum möglich, daß Luft aus diesen gewaltigen Höhen Primärladungen herunterbringt. Wir müssen vielmehr annehmen,

¹⁾ Vergl. S. 30 und 31.

daß die Ionen der Troposphäre einerseits vom ultravioletten Spektrum, dessen Energien allerdings in der Stratosphäre gewaltig eingeübt haben, erzeugt werden, andererseits aber terrestrischen Ursprungs sind. Der Vollständigkeit halber müssen wir aber noch eine andere außerterrestrische Strahlung erwähnen.

bb) Korpuskularstrahlen.

Das Polarlicht wird durch die Annahme erklärt, daß elektrisch geladene Teilchen (Kathodenstrahlen, Kanalstrahlen) mit riesigen Geschwindigkeiten von der Sonne her in die Erdatmosphäre eindringen und in großen Höhen absorbiert werden (14). Abweichend von den Berechnungen von Lenard (34), der die Absorption dieser Korpuskularstrahlen in Höhen von 300 km, also in den obersten Atmosphärenschichten, in der Wasserstoffatmosphäre vor sich gehen läßt, glaubt man heute die Absorption wesentlich tiefer ansetzen zu müssen. Aus zahlreichen Messungen über die Höhe des Nordlichtes, das ja voraussichtlich seine Ursache im Zusammenprall dieser durch ungeheure Energien geladenen Korpuskeln mit den Gasmolekülen der Atmosphäre hat, können wir schließen, daß diese Strahlen in Höhen kurz oberhalb 100 km absorbiert werden. Über die Verteilung der Intensität dieser Strahlung über die Erdkugel läßt sich noch nichts Endgültiges sagen. Das häufige Auftreten der Nordlichterscheinungen an den Erdpolen läßt jedoch theoretisch eine Beeinflussung der Magnetpole der Erde und ihres Kraftfeldes auf die Richtung, die diese Korpuskularstrahlen der Sonne in ihrem Flug zur Erde hin wählen, sehr wohl erklären.

Die schon von Lemström ausgesprochene Vermutung, die trotz der kurzen Vegetationszeit außerordentlich intensiven Wachstumsvorgänge der nördlichsten Vegetationsgebiete der Erde mit Nordlichterscheinungen zusammenzubringen, ist auch heute nicht von der Hand zu weisen. Bei Behandlung des Einflusses der ionisierenden Wirkung des ultravioletten Sonnenspektrums und der absorptiven Wirkung der Atmosphäre auf diese kürzesten Lichtwellen, muß sich die Absorption bei der Stellung der polaren Breiten zur Sonne besonders bemerkbar machen. Trotzdem die Luftsäule wegen der Rotation der Erde über den Polen weniger mächtig ist, als über dem Äquator, so ist der Weg, den die Lichtstrahlen durch die Atmosphäre zurücklegen müssen, länger. Diese beiden Einflüsse, Stellung des Ortes zur Sonne und größere Weglänge der Lichtquanten durch die Atmosphäre, reduzieren den ioni-

sierenden Einfluß des ultravioletten Sonnenspektrums für die polaren Breiten infolge Absorption viel mehr, als dies in südlicheren der Fall ist. Aus diesen Erwägungen ist daher sehr wohl die Vermutung abzuleiten, daß der ionisierenden Wirkung der Korpuskularstrahlen der Sonne für diese Gebiete ein bedeutend größerer Einfluß zukommt.

2. Terrestrische Ionisierung.

Haben wir in der kosmischen Strahlung den einen großen Ionisator unserer Atmosphäre kennengelernt, so spielen für die Ionisation, besonders der bodennahen Luftschichten, die Zerfallsprodukte der radio-aktiven Körper eine ganz hervorragende Rolle. Nach Greinacher (15) soll ein km^3 -Gestein ca. 5 kg Radium enthalten und daher dürfen wir die aus dem Erdboden austretenden Zerfallsprodukte, besonders der Emanation, als die anderen großen Ionisatoren der Atmosphäre betrachten. Nicht alle Mineralien sind jedoch gleichermaßen radiumhaltig. Strutt (50) hat den Radiumgehalt bei einer Anzahl von Gesteinsarten nach der Boltwoods-Methode bestimmt (Radiummengen pro Gramm Gestein in Gramm).

Eruptivgesteine.

Granit (Rhodesia)	$4,78 \cdot 10^{-12}$
Zirkon-Syenit (Norwegen)	$4,65 \cdot 10^{-12}$
Syenit (Ägypten)	$1,22 \cdot 10^{-12}$
Pechstein (Obsidian)	$1,03 \cdot 10^{-12}$
Dolerit (Insel Canna)	$0,62 \cdot 10^{-12}$
Basalt (Viktoriafälle)	$0,63 \cdot 10^{-12}$

Sedimentgesteine.

Oolith (Bath)	$2,92 \cdot 10^{-12}$
Ölführender Sandstein (Galizien)	$1,52 \cdot 10^{-12}$
Gault-Ton (Cambridge)	$10,1 \cdot 10^{-12}$

Im Mittel weisen die untersuchten Gesteine eruptiven und sedimentären Ursprungs $1,1 \cdot 10^{-12}$ bis $1,7 \cdot 10^{-12}$ Gramm Radium auf. und diese Werte sind etwas niedriger als die von Greinacher.

Sinkender Barometerstand erhöht die Leitfähigkeit, da mehr Emanation aus der Erde heraustritt. Sehr hohe Ionendichten erhalten wir z. B. in stagnierender Kellerluft. Neben diesen Zerfallsprodukten des Radiums kommt am Gesamtionengehalt der Atmosphäre auch denjenigen der anderen ca. 40 radio-aktiven

Körpern, wie Thorium, Uran, Polonium u. a., ein bedeutender Anteil zu. Der Träger der radio-aktiven Wirkung in der Luft, die Emanation, wurde erstmals von Elster und Geitel festgestellt. Sie wiesen nach, daß sich die positiv geladenen Zerfallsprodukte dieser Emanation auf negativ geladenen, in der Luft frei aufgestellten Körpern sammeln ließen. In gleicher Weise wirkt die negative Erdladung an Stelle hohen Potentialgefälles. So zeigt jeder Baumwipfel, jeder Getreidehalm und jede Granne einen Belag von radio-aktiver Induktion.

Leider fehlt es noch sehr an gleichzeitigen Messungen des Gehaltes der Atmosphäre an radio-aktiven Stoffen und andern freien Ionen. Anschließend bedarf auch die Influenzwirkung verschiedener Luftströmungen, das Zerspritzen von Wasser usw. als Ionisatoren der Atmosphäre der Erwähnung. Werden diese letzteren überwiegend mit negativen Ionen beladenen Träger (Wasserdampf, Staub) und das mit einem Überschuß positiver Ionen versehene Gas räumlich getrennt, so entstehen freie Ladungen, die unter Umständen zu so großen Spannungsdifferenzen führen können, daß es zu optisch sichtbaren Entladungserscheinungen kommt (Blitz).

Vollständigkeitshalber sei auch noch kurz auf den Hallwachseffekt oder lichtelektrischen Effekt hingewiesen. Hallwachs stellte unter dem Einfluß des Lichtes fest, daß gewisse Körper negative Ladungen mehr oder weniger rasch verlieren, wobei positive Ladungen haften bleiben. Elster und Geitel fanden dann an einer Reihe zum Teil sehr verbreiteter Mineralien, so an Kryolit, Schwerspat, Cölesterin, Aragonit, Stronzianit, Kalkspat, Feldspat, Granit, deutliche Spuren lichtelektrischer Wirkung. Die Ursache dieser photoelektrischen Zerstreuung ist das kurzwellige Sonnenspektrum.

3. Wiedervereinigung, Anlagerung und Zerstreuung der Ionen.

Der Ionisationszustand der Atmosphäre ist nicht allein eine Funktion der Ionenbildung. Er wird besonders durch die Wiedervereinigung (Molisierung) von positiven und negativen Ladungen, die Anlagerung (Adsorption) von Ionen an neutrale Moleküle oder Molekülgruppen und die Zerstreuung (Diffusion) der Ionen mitbestimmt. Es bildet sich auf Grund dieser Vorgänge ein verhältnismäßig stationärer elektrischer Zustand der Atmosphäre heraus, der allerdings täglichen und jahreszeitlichen Schwankungen

unterliegt. Hölzel (20) gibt für den jährlichen Verlauf des Potentialgefälles folgende Charakteristik (1914):

Jan.	März	Mai	Juni	Juli	Sept.	Nov.	Dez.
356	372	121	104	167	173	252	281 Volt/cm

Mittel für Monate	Dez.	Jan.	Febr.	319 Volt/cm
" " "	Mai	Juni	Juli	Aug. 142 Volt/cm

Aufschlußreich ist ebenfalls der Verlauf des täglichen Potentialgefälles (19). Ich wähle dabei die Monate intensivster Vegetation heraus (1913):

Zeit in h:	1 h	3 h	5 h	7 h	9 h	11 h	13 h	15 h	17 h	19 h	21 h	23 h
Mai	74	75	89	127	172	140	123	114	119	141	132	133
Juni	96	69	89	139	150	136	99	97	84	78	105	112
Juli	139	126	137	168	252	208	174	143	134	142	175	173

Es ergibt sich für den täglichen Verlauf des Potentialgefälles eine einfache harmonische Periode mit einem Morgenminimum zwischen 3 und 5 Uhr und einem Hauptmaximum zwischen 10 und 12 Uhr. Aus obiger Tabelle läßt sich allerdings noch eine zweite Welle herauslesen mit einem flachen Nachmittagsminimum und einem kleinen Abendminimum. Hölzel führt diese zweite Welle auf die in den Nachmittagsstunden stärker auftretende Dunst- und Rauchentwicklung in der Atmosphäre zurück, wodurch der normale Gang im Potentialgefälle gestört wird.

Nach Mache hat schon Exner auf die Zusammenhänge zwischen Potentialgefälle und Dunstdruck hingewiesen und folgende gesetzmäßige Beziehung zwischen diesen beiden Größen gefunden:

$$\frac{dV}{dh} = \frac{a}{1 + be'}$$

worin nach seiner Beobachtung $a = 1410$ und $b = 1,15$ zu setzen ist.

Darauf, daß Bewölkung, Regen und Gewitter die luftelektrischen Verhältnisse von Grund auf ändern, ist schon früher hingewiesen worden. Die Messungen, die zu obigen Tabellen führten, erfolgten nur an schönen Tagen.

IV. Die Wahl und technische Durchbildung der Hochspannungsquelle.

Professor Jaccard hat die Voraussetzungen, die der heutige Stand der Elektrokultur an die Stromquelle stellen zu müssen glaubt, in drei seiner Veröffentlichungen (23) näher umschrieben. In einer Abhandlung (21) wurde besonders zu den den praktischen Landwirt interessierenden Fragen Stellung genommen und die Erfolgsaussichten für die Praxis näher gewürdigt. Dabei wurde auch besonders die Technik der Kulturgestaltung näher behandelt.

Indem wir auf obige Publikationen verweisen, dürfen wir uns an dieser Stelle kurz halten und gestatten uns, nur ein knappes Resumé über die Methode zu geben, nach der wir für die ganze Dauer der Versuche die hochgespannten Ströme erzeugten. Bei der Wahl der Betriebsapparatur haben wir folgende Leitgedanken zugrunde gelegt (22):

1. Der Apparat mußte in erster Linie wissenschaftlichen Versuchen genügen. Dies bedingte, daß er bei den verschiedensten äußeren Bedingungen — wechselnder Luftfeuchtigkeit usw. — absolut konstant arbeitete, so daß luftelektrische Messungen vergleichbare Resultate lieferten.

2. Die Versuche besitzen aber nicht nur rein wissenschaftliches Interesse, sondern sie sollen daneben auch als Wegleitung dienen, um die Elektrizität als Förderungsfaktor in die Landwirtschaft einzuführen. Um die nötigen Voraussetzungen zu schaffen, muß der Apparat und die Anwendungsmethode ökonomisch arbeiten und die Bedienung muß dem Laien überlassen werden können.

3. Die Anlagekosten dürfen seiner praktischen Nutzenanwendung nicht hinderlich sein.

4. Wahl des Apparates und seine Arbeitsweise.

Die Energietransformation erfolgt nach einer neuzeitlichen Methode. Da die elektrische Energie zur Hauptsache nur zur Erzeugung und Unterhaltung eines Feldes gebraucht wird, wird jede Apparatur, die mit großem inneren Energieaufwand arbeitet, die Wirtschaftlichkeit entscheidend beeinflussen. Ich nenne hier den relativ großen Energieverbrauch aller rotierenden Umformer, auch das Laden von Akkumulatorenbatterien mit verhältnismäßig großen Anlage- und Amortisationskosten. Alle diese Systeme verbrauchen ein Vielfaches der hier zur Nutzenanwendung gelangenden elektrischen Energie zur Überwindung von Reibungswiderständen und anderer ins Gewicht fallender Verluste elektrischer Natur.

Verzinsung großer Anlagekosten, Unterhalt- und Wartespesen sind von entscheidendem Einfluß bei der Rentabilitätsberechnung.

Unsere Wahl fiel auf einen Glühkathodengleichrichter, der in den letzten Jahren besonders in der Radiotechnik weite Verbreitung erfuhr. Über die physikalischen Grundlagen, die seiner Arbeitsweise zugrunde gelegt sind, können wir uns kurz fassen; ich verweise hier auf das Handbuch der Radiologie von Marx. Wir treten hier nur soweit auf die Mechanik der Elektronenverdampfung und des Gleichrichtereffektes ein, als dies zur Erklärung des für unsere Zwecke konstruierten Hochspannungsgleichrichters notwendig ist.

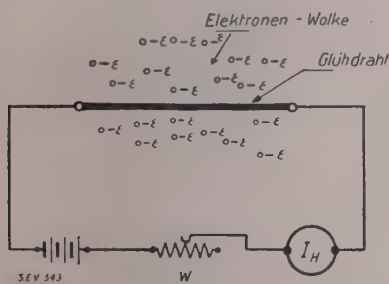


Abb. 1.

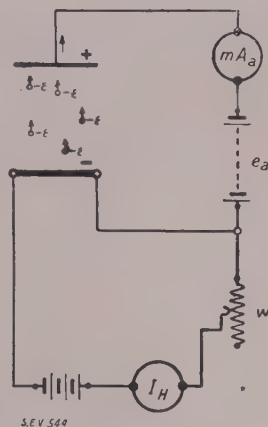


Abb. 2.

Bekanntlich sind die Träger der Elektrizität, die frei im Kristallgitter des Leiters umherwandern, Elektronen. Bei gewöhnlicher Temperatur können die Elektronen die Oberfläche des Leiters nicht verlassen, da sie bei der geringen ihnen innewohnenden kinetischen Energie immer wieder durch die Influenzwirkung zum Leiter zurückgezogen werden. Der Glüheffekt führt nun zu einem Verdampfen der Elektronen, die sich in einer Wolke um den Glühdraht herum anordnen (Abb. 1). Die Menge der emittierten Elektronen hängt von der Temperatur des Glühdrahtes ab. Diese wird durch einen sich im Heizstromkreis befindenden, veränderlichen Widerstand reguliert und zweckmäßigerweise durch ein Ampèremeter kontrolliert. Die Elektronen als Träger negativer Elektrizität fliegen im Potentialgefälle von der Glühkathode zur Anode (Abb. 2). Ist die Spannung konstant und genügend hoch, so wächst der durchfließende Strom i_a mit der Glühdrahttemperatur, die durch den Heizstrom I_H reguliert wird. Diese Regulierbarkeit gestattet

eine sehr ökonomische Handhabung des Apparates. Diese Abhängigkeit der Stromamplitude ist durch Abb. 3 dargestellt. Die Betriebsart einer Glühkathodenröhre läßt ohne weiteres die Gleichrichterwirkung einer solchen Röhre erkennen. Die Netzspannung, im vorliegenden Fall 110 Volt Wechselstrom, wird durch einen Transformator auf 2200 Volt gespannt. Die Frequenz beträgt 50 Perioden pro Sekunde. Bei Benützung nur einer Röhre wird nur der Stromimpuls ausgenützt, der mit negativem Vorzeichen an der Kathode liegt. Damit jedoch beide Stromimpulse einer Periode ausgenützt werden, wird der zweite umgekehrt und dem vorher-

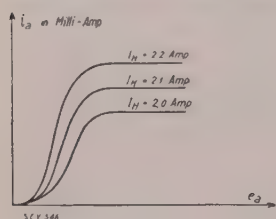


Abb. 3.

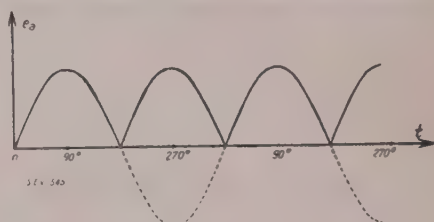


Abb. 4.

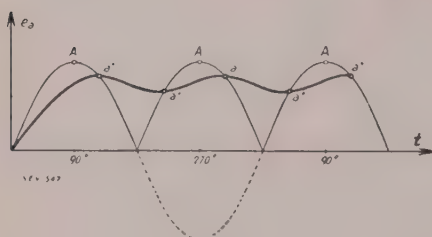


Abb. 5.

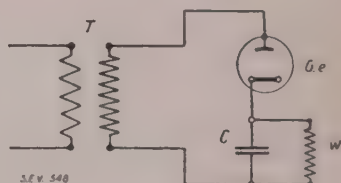


Abb. 6.

gehenden nachgeschickt. So entsteht ein pulsierender Gleichstrom mit voller Stromausnützung (Fig. 4). Dieser reine pulsierende Gleichstrom besitzt die Eigenschaft, 100 mal in der Sekunde das Potentialgefälle von 0—2000 Volt zu durchlaufen. Dieses Wechselfeld mit gleichem Vorzeichen muß ausgeglichen werden, so daß die Spannung in Funktion der Zeit, dem Idealfalle möglichst nahe kommt, d. h. konstant bleibt. Dies wird vor allem durch Einschalten von Kondensatoren parallel zum elektrischen Feld erreicht (Abb. 5). Während der Dauer der Spannungszunahme ladet sich der Kondensator C (Abb. 6) auf und erreicht in a', dem Schnittpunkt mit der Spannungskurve des Transformators, seinen höchsten Wert. Jetzt möchte sich der Kondensator durch die

Röhre entladen, doch hier kommt ihre Ventilwirkung zur Geltung. Eine Entladung des Kondensators ist nur durch das Feld möglich und hat zur Folge, daß die über ihm liegende Spannung sinkt (Abb. 6, Feld als hochohmiger Widerstand W angegeben). Die Entladung beginnt in a' und dauert bis zu dem Moment, wo das wieder ansteigende Potential der Wechsellspannung mit der über dem Kondensator liegenden Spannung den gleichen Wert erreicht, in a'' . Die Amplitudenschwankung wird um so geringer, je größer

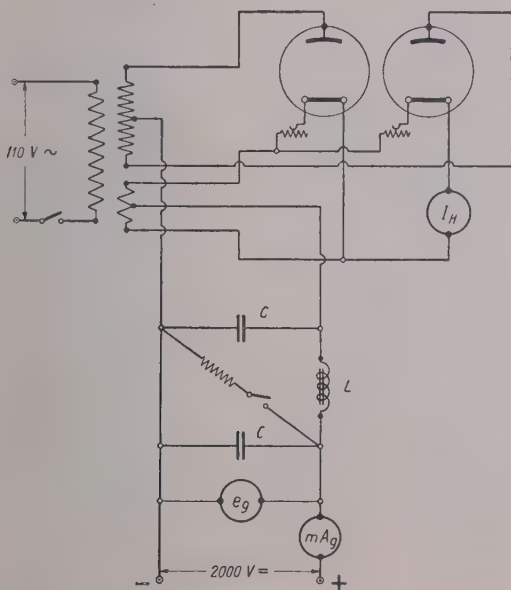


Abb. 7.

C bei konstantem i_a gewählt wird. Bei dem geringen Stromverbrauch ist die Schwankung sehr gering. Die prozentuale Spannungsschwankung ist annähernd (13):

$$dV = 100 \frac{2T}{T + \frac{V}{i} \cdot C}$$

T = Dauer der Periode
 C = Ausgleichskapazität
 V = Spannung
 i = Entladestrom.

5. Technische Durchführung. Der Kerntransformator, für Dauerbetrieb dimensioniert, besitzt neben einer Sekundärwicklung für die Hochspannung eine zweite zur Entnahme des Heizstromes,

Dies hat den Vorteil, die gleiche Stromquelle für Heizung und Feld benützen zu können. Die Wechselstromheizung bietet auch noch den Vorteil, daß der Glühdraht gleichmäßiger beansprucht wird. Zur Glättung des gleichgerichteten Stromes gelangt ein System von Kapazitäten C und Selbstinduktion L zur Anwendung. Zur Überwachung des Gleichstromes dienen Präzisionsvolt- und Milliampèremeter. Um das Bedienungspersonal oder Drittpersonen nach Schluß der Bestrahlung nicht zu gefährden, werden die

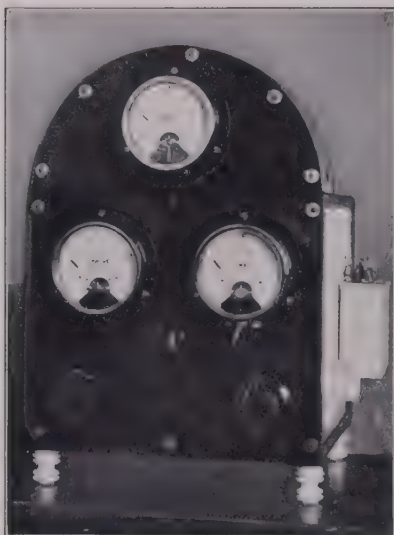


Abb. 8.

Kondensatoren über einem hochohmigen Widerstand entladen. (Schaltung siehe Schema Abb. 7). Alle Apparate befinden sich in einem Gestell aus Eisen, das durch Eternitplatten staubfrei abgeschlossen ist. Die Frontplatte aus Hartgummi trägt die Schaltinstrumente mit den beiden Ampère- und Voltmetern. Die Stromentnahme geschieht von oben mittels Durchführungsisolatoren. Abb. 8 zeigt eine Ansicht des Apparates.

Im Laufe unserer mit diesem Apparat ausgeführten Versuche ergab sich jedoch die Notwendigkeit, größere Spannungen zu Hilfe zu

nehmen. Wie wir im folgenden Abschnitt im einzelnen darlegen werden, zeigt es sich besonders bei größeren Versuchsanordnungen als unzweckmäßig, den Elektrodenabstand auf nur 2—3 cm ansetzen zu dürfen, um überhaupt noch eine genügende Ionisation der Atmosphäre zu erhalten. Bei Cerealien z. B. liegt derselbe noch in der mittleren Abweichung des Zuwachses der einzelnen Keimlinge, und die Folgen sind Verbrennungen an den längsten Blattspitzen. Auch wenn der Luftleiterabstand täglich neu eingestellt wurde, konnte man kaum um derartige Verbrennungen herumkommen. Der kurze Elektrodenabstand führte im weiteren zum Auftreten des Ionenstoßes an den Pflanzen mit seinen für ein ungestörtes Pflanzenwachstum schädlichen Folgen (vergl. Kap. V).

Die Herstellung eines neuen Hochspannungsgleichrichters wurde daher zur Notwendigkeit, wobei gegenüber der früheren Konstruktion wesentliche Vereinfachungen möglich wurden. Die maximale Gleichspannung beträgt jetzt 20000 Volt. So zeigte es sich als belanglos, ob wir eine oder beide Halbperioden des Wechselstromes ausnützen. Ein etwas größerer Kondensator überbrückt bei der ohnehin nur geringen Leistungsausnützung der von der Glühkathodenröhre gelieferten Gleichstromenergie mit Leichtigkeit



Abb. 9.

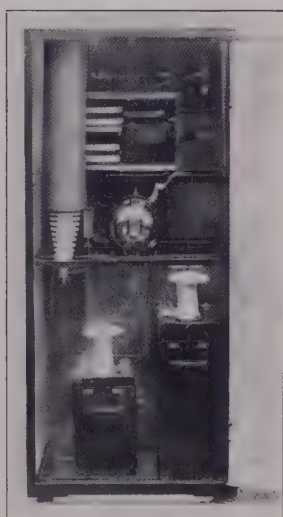


Abb. 10.

den Spannungsabfall während der Zeitdauer, da die positive Amplitude der Wechselspannung am Glühdraht liegt. Damit lassen sich besonders für den Betrieb nicht unerhebliche Ersparnisse erzielen, so braucht nur die Amortisation einer Ventilröhre in Rechnung gestellt zu werden. Bei diesen hohen Spannungen fällt ihr Anschaffungspreis, der zwischen 150 und 200 Franken liegt, erheblich ins Gewicht. Aber auch der innere Arbeitsaufwand, der in Form von Heizenergie verbraucht wird, verringert sich damit um die Hälfte¹⁾. Der Anteil der Heizungsenergie, der für eine Lampe

¹⁾ Bei den im Sommer 1932 durchgeführten Terrassenversuchen gelangte eine ausgediente Coolidge-Röntgenröhre als Gleichrichter zur Verwendung, die für unsere Zwecke einwandfrei arbeitete.

100 Watt beträgt, ist auch bei reichlicher Berechnung der Isolationsverluste auf der Hochspannungsseite 5—10 mal größer als die bei 20000 Volt verbrauchte Hochspannungsenergie, die in elektrische Strahlungsenergie umgesetzt wird.

Auf Grund dieser Überlegungen entstand der im Bild wiedergegebene Hochspannungsgleichrichter. Die Sekundärspannungen können innerhalb 4—20000 Volt bei einem Entladestrom von 5 Milliampère beliebig gewählt werden. Ebenso mußte den herrschenden Spannungsverhältnissen des stadtzürcherischen Lichtnetzes entsprechend der Primärkreis für die Spannungen 110 und 220 Volt gebaut werden.

Um trotz den relativ hohen Sekundärspannungen die Bedienung möglichst gefahrlos zu gestalten, wird der Apparat mittels Niederspannungsrelais betätigt.

V. Die Pflanze und ihr Einfluß auf die Leitfähigkeit der Atmosphäre.

Wir haben uns schon in Kap. I „Luftelektrizität und Pflanzenwachstum“ über die Abhängigkeit der Intensität des Vertikalstromes $i = d \frac{dV}{dH}$ näher ausgesprochen. Dieser ist eine Funktion der Feldstärke und der Leitfähigkeit der Atmosphäre. Wie zahlreiche Messungen früherer Forscher ergaben, haben in normalen Fällen mit einem luftelektrischen Vertikalstrom von 1,5 bis $2,0 \times 10^{-16}$ Amp./cm² zu rechnen. Diese Zahl stellt einen Durchschnitt dar und trägt dem naturbedingten Formenreichtum der oberirdischen Pflanzenorgane in ihrer Eigenschaft als Elektrizitätszerstreuer keine Rechnung. Die Haare, Blattspitzen, Grannen usw. begünstigen bekanntlich gewisse physikalische Effekte, die rückwirkend den pflanzlichen Energiehaushalt und Stoffumsatz beeinflussen.

Unsere diesbezüglichen Untersuchungen werden sich im folgenden mit der Frage der Pflanze und ihrem Einfluß auf die Leitfähigkeit der Atmosphäre befassen und zwar sowohl bei normalen luftelektrischen Verhältnissen, als ganz besonders in Gegenwart eines künstlich erzeugten elektrischen Feldes.

Die lokale Stromdichte des Vertikalstromes hängt naturgemäß von der Ausbildung der Elektroden ab. Diese werden dargestellt durch die Pflanze als Kathode und den als Ionenzerstreuer über den Pflanzen aufgehängten Luftleiter als Anode. Bei sonst gleicher

Feldspannung kann die künstliche Ionenproduktion überhaupt null oder bei Eintritt stiller elektrischer Entladung, als Folge der Spitzenwirkung, ganz gewaltige Beträge erreichen. Die Intensität der Entladung hängt bei unseren Versuchen einerseits von der Feldstärke als variable Größe und andererseits von der Spitzenschärfe der Ionenzerstreuer, ausgedrückt durch den Öffnungswinkel φ der Spitzen, ab.

Gelangen an Stelle der Spitzen Sprühdrähte zur Verwendung, so ist die Ionenzerstreuung von dem Radius ρ des Sprühdrahtes sowie seiner Länge abhängig. Die Townsendsche Theorie liefert für die Abhängigkeit des Entladestromes i von der Entladungsspannung V die Beziehung (51 und 52)

$$V - V_0 = \frac{i \cdot A^2 \cdot \ln(\varphi)}{2 \cdot v \cdot V_0} \cdot \frac{A}{A}$$

V_0 ist die kritische Spannung, v die Ionenbeweglichkeit, A der mittlere Elektrodenabstand.

Die Durchführung der Versuche erfolgte in der Weise, daß wir mit verschiedenen Pflanzen unter Änderung des $\frac{dV}{dh}$ den Vertikalstrom i bestimmten. Als Meßinstrument diente ein Elster-Geitelsches Blattelektrometer. Die Eichung erfolgte nach der Methode von Lutz (35), nur daß der Einfachheit halber zur Erzeugung der Hilfspotentiale an Stelle eines bekannten Widerstandes eine Akkumulatorenbatterie Verwendung fand. Die Eichung verfolgte von Anfang an nicht den Zweck, für die späteren Messungen absolute Werte errechnen zu können, sondern uns jenes Skalenteils des Elektrometers zu vergewissern, welche eine lineare Charakteristik aufweist. Die Eichkurve war, soweit sie für die Messungen in Betracht kam, eine Gerade, mit mehr oder weniger Steigung, je nach der Größe der angewandten Kompensationsladung.

Für unsere Versuche spielen absolute Werte eine untergeordnete Rolle, da sie ja in erster Linie Vergleichen unter sich zu dienen haben. Wir rechnen daher beim praktischen Versuch mit dem Skalaausschlag pro Minute.

1. Durchführung der Versuche.

Über die Versuchsanordnung verweise ich auf die schematische Skizze in Abb. 11. Die Feldrichtung blieb dauernd dieselbe, d. h. der Luftleiter wies gegenüber der Pflanze eine positive Ladung

auf. Als Anode diente ein quadratisches Drahtnetz von 16 cm Seitenlänge und einer Maschenweite von 3 mm. Es wurden 4 Parallelversuche nach der gleichen Anordnung im Laboratorium des Institutes durchgeführt. Der Unterschied lag in der verschiedenen Wahl der Kathode:

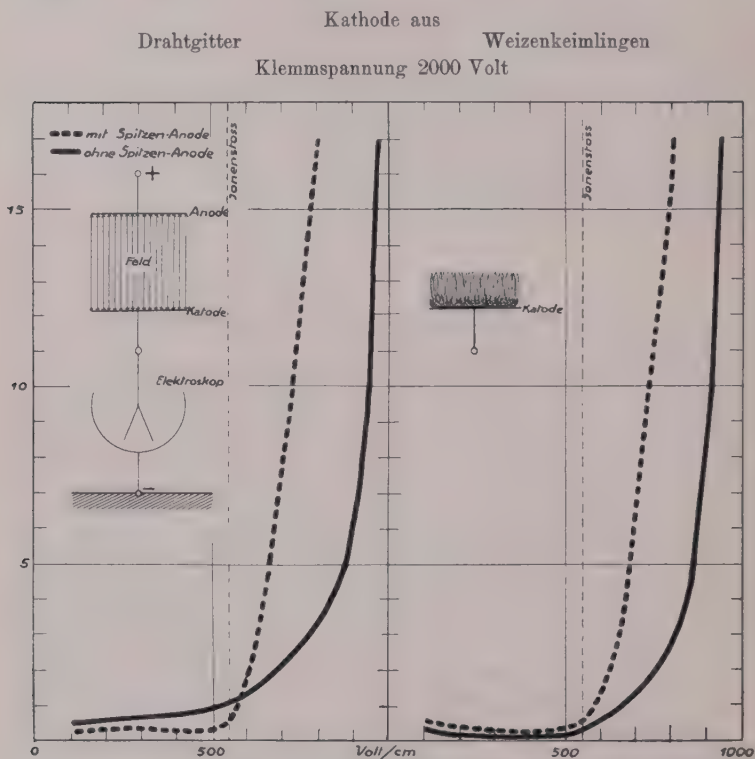


Abb. 11. Stromfluß im elektrischen Feld als Funktion des Elektrodenabstandes.

1. Kathode aus einem Drahtgitter der Anode entsprechend.
2. Kathode aus 40 Weizenkeimlingen in einer Petrischale 4—6 Tage vorgekeimt, ca. 6 cm hohe Keimblätter.
3. Kathode aus 40 abgeschnittenen Gerstenähren, in ein mit Wasser angefülltes Becherglas gestellt.
4. Kathode aus 40 abgeschnittenen Weizenähren, in ein mit Wasser angefülltes Becherglas gestellt.

Versuch a: Die Anode besteht aus dem oben beschriebenen verzinkten Drahtgitter.

Versuch b: Die Anode wie a, jedoch mit 25 Spitzen versehen.
 Öffnungswinkel φ der Spitzen 2—3 Bogengrade.

Jedem Versuch vorangehend wurde der Isolationsgrad des Elektroskopes gemessen. Um übereinstimmende Vergleiche zu erhalten, erfolgten die Isolationsmessungen mit aufgesetztem Draht-

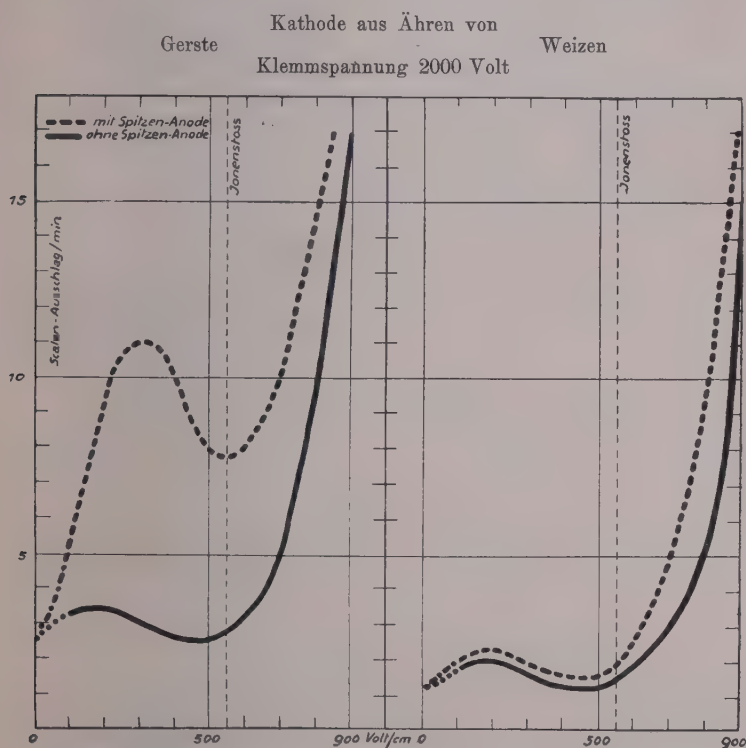


Abb. 12. Stromfluß im elektrischen Feld als Funktion des Elektrodenabstandes.

gitter. Der Ladungsverlust betrug durchgehend 0,2 Skalenteile/Minute. Dann erfolgte das Aufsetzen der Versuchspflanzen und die Messung der Zerstreuungsverluste nach vorherigem Aufladen des Systems mit negativer Elektrizität (Ebonitstab). Dieser Ladungsverlust ist in den Meßtabellen aufgeführt. Bei den eigentlichen Versuchsmessungen mit angelegter Spannung messen wir nicht den Ladungsverlust, sondern den Vertikalstrom als Funktion des zunehmenden Skalenausschlages. Die erhaltenen Werte sind in den Abb. 11 u. 12 aufgezeichnet.

Der Verlauf der Kurvenbilder ist nicht ohne weiteres verständlich und bedarf einer näheren Erläuterung.

Wir betrachten zuerst das Gemeinsame. Der Stromdurchgang — mit und ohne Spitzen an der Anode — weist den nämlichen Verlauf auf bis zu dem Punkte, wo die Ionen anfangen zu stoßen, was bei unserer Versuchsaufstellung übereinstimmend bei 530 Volt/cm eintritt. Die b-Kurven lassen diesen Punkt deutlich erkennen. Bei den a-Kurven, ohne Spitzen, hinkt der Strom um 100—300 Volt/cm hinter der b-Kurve nach. Der Grund liegt in der Oberflächen- ausbildung des verzinkten Drahtnetzes, das mikroskopisch kleine Spitzen aufweist, die sukzessive, je nach ihrer Schärfe als Ionen- zerstreuer in Erscheinung treten.

Als weitere auf den ersten Blick unerklärliche Tatsache darf der Verlauf der Kurven überhaupt angesehen werden. Es sei daher erneut darauf hingewiesen, daß derselbe nicht nur allein von der Spannung pro cm abhängt, sondern auch vom Raum, der zwischen der Kathode und Anode liegt. Und zwar spielt der Konduktor- abstand in zweifacher Hinsicht eine bestimmende Rolle:

1. Bevor das Phänomen der Spitzenwirkung auftritt und der Ionenstoß in Erscheinung tritt, kommen zur Elektrizitätsleitung einzig die freien Ionen der Atmosphäre in Betracht. Diese fliegen im elektrischen Feld zu den Konduktoren hin und entladen sich. Innerhalb der Grenzen, die im vorigen Kapitel erwähnt wurden, besitzt die normale Leitfähigkeit der Atmosphäre, also die Ionen- zahl pro ccm, eine gewisse Konstanz und damit hängt die Strom- intensität vor allem von dem Raum ab, der vom elektrischen Feld bei entsprechender Spannung eingeschlossen wird. Da bei der Kurvenaufnahme die Spannungsänderung durch Verschieben des Elektrodenabstandes erfolgt, so muß nach anfänglichem Steigen ein Sinken der Stromintensität eintreten, wie dies besonders schön bei der Kurve der Weizenkeimlinge zu sehen ist.

2. Der Verlauf der Kurvenbilder bei den Weizen- und Gersten- ähren weist nun insofern eine interessante Charakteristik auf, als wir hier mit intensiven unselbständigen Gasentladungen rechnen müssen. Die Zunahme der Stromintensität wird u. E. dadurch bewirkt, daß die aus den negativ geladenen Grannenspitzen aus- strömenden Elektronen auf ihrem Weg zur Anode die Gasmoleküle ionisieren und neue Elektronen befreien. Die Folge ist eine be- trächtliche Zunahme des Gesamtstromes. Wohl steigt mit zu- nehmendem Potentialgefälle die Sprühentladung. Bei unserer Ver-

suchsanordnung ist die Elektrodenspannung konstant und die Erhöhung des Spannungsgefälles wird ausschließlich durch Verkürzen des Abstandes zwischen Luftleiter und Pflanze erreicht. Proportional mit der Verkürzung des Elektrodenabstandes verringern wir aber gleichzeitig das eingeschlossene Luftvolumen. Daher tritt bei einem Punkt, der bei den letzten beiden Kurvengruppen mit ihrem ersten Strommaximum zusammenfällt, der Moment ein, wo die Sprühentladung wohl weiterhin zunimmt, die unselbständige Gasentladung infolge Kleinerwerden des Luftraumes aber derart abfallende Werte annimmt, daß der Gesamtstrom trotz zunehmendem Potentialgefälle zurückgeht. Erst das Einsetzen des Ionenstoßes bringt den Kurvenverlauf zur Umkehr. Dieselben Beobachtungen gelangen uns auch bei den ersten Versuchen, wo die Kathode aus einem Drahtgitter bestand. Nur glaubten wir, nicht darauf bauen zu dürfen, da die erhaltenen Messungen innerhalb des normalen Fehlerbereiches lagen. Erst die Fortsetzung unserer Versuche mit den Ähren brachte dann die Bestätigung, daß die Abweichung anderen Ursprungs war.

Läßt man den Elektrodenabstand konstant und stellt den Feldstrom i als $f(e)$ dar, so erhalten wir folgende Stromcharakteristik:

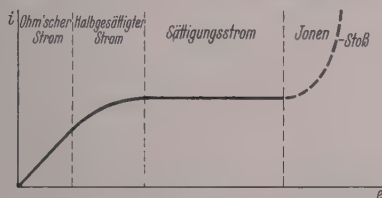


Abb. 13.

Diese stimmt unter Berücksichtigung des über den Einfluß des Konduktorabstandes Gesagten mit unseren beiden ersten Kurvengruppen überein, wenn wir berücksichtigen, daß bei unseren Versuchen die Verstärkung der Feldintensität durch Verkürzen des Elektrodenabstandes erreicht wurde, wogegen beim obigen Diagramm die Klemmspannung e die Variable darstellt.

Die Auslösung der Spitzenwirkung ist nicht allein eine Funktion der Spitzenschärfe und der Feldstärke, sondern des Elektrodenabstandes (Pflanze-Luftleiter). Die Intensität der Zerstreuung nimmt dabei mit dem Quadrate der Entfernung ab.

Die uns für diese Versuche zur Verfügung stehenden Spitzen waren in ihrer Schärfe insofern etwas ungünstig gewählt, als Ionen-

stoß und Spitzenentladung am positiven Pol fast zur nämlichen Zeit eintrat, und die beiden Phänomene sich in ihrer Auswirkung auf den Stromfluß überdeckten. Wir haben daher anschließend die Frage der Auslösung der Ionenzerstreuung aus den positiv aufgeladenen Spitzen im Hinblick auf die Ausbildung des Luftleiters noch besonders untersucht. Es gelangten dabei weniger Spitzen als Platindrähtchen verschiedenen Durchmessers in ihrer Eigenschaft als Elektrizitätszerstreuer zur Untersuchung.

So übereinstimmend der weitere Verlauf aller Kurvenbilder im Gebiete der eigentlichen Stoßionisation ausfällt, so verschieden ist die Charakteristik im Gebiete kleinerer Feldspannungen zwischen 0 und 550 Volt/cm. Der Verlauf der beiden ersten Kurvengruppen scheint in diesem Gebiete überhaupt nichts Gemeinsames mit den Gersten- und Weizenkurven aufzuweisen. Und letztere wiederum besitzen wohl die nämliche Charakteristik, wobei die Gerste bedeutend stärkere Ausschläge zeigt. Diese Unterschiede lassen sich nur auf die spezifische Wirkung der Grannen und ihrer Form zurückführen, stimmt doch die Ährenzahl bei beiden überein.

Verbinde ich das Elektrometer mit den ausgezeichnet gegen die Erde isolierten Versuchspflanzen und lade dieselben mit einem Ebonitstab auf das nämliche Potential auf, so verhalten sich die gefundenen Entladegeschwindigkeiten der 6 Tage alten Gerstenlinge: den Weizenähren: den Gerstenähren = 1 : 6 : 12. Diese Beziehungen sind sehr auffallend. Ohne dieses Resultat allzu spekulativ zu deuten, könnte man annehmen, daß die kurze Vegetationszeit der Gerste — Hochgebirge, nördliche und südliche Gerstenzone — in Verbindung mit diesem luftelektrischen Verhalten in irgendwelchem Zusammenhang steht. Obwohl die Weizengranne an und für sich in eine feinere Spitze ausläuft als die Gerstengranne, so ist letztere bedeutend länger und weist einen weniger groben Bau auf. Anderseits wies der Aschengehalt aus Weizengrannen 85,2 % CaO und 2,4 % SiO₂ der Gesamtasche auf, während bei den Gerstengrannen 81,2 % CaO und 4,6 % SiO₂ der Gesamtasche ausmachte. Nur lieferte die Veraschung lufttrockener Gerstengrannen vier- bis fünfmal mehr Aschenbestandteile, so daß der Mineralstoffgehalt bedeutend größer ist als bei entsprechenden Mengen Weizengrannen. Ob wir den verschiedenen Einfluß der Ionenzerstreuung mit der Ausbildung der Grannen und ihrem Mineralstoffgehalt in Verbindung bringen dürfen, ist allerdings noch eine offene Frage. Möglicherweise kommt den Grannen-

spitzen eine gewisse Rolle als Kondensationspunkte für radio-aktive Stoffe zu. Ein Moment, auf das wir schon in Kap. III bei Behandlung der terrestrischen Ionisierung hinwiesen.

Um das Einsetzen der Spitzenwirkung rein physikalisch zu studieren, haben wir mit unserem neuen Hochspannungsgleichrichter diese Verhältnisse an Sprühdrahten verschiedener Dicke 0,01 mm; 0,02 mm; 0,05 mm untersucht. Dieselben wurden in der Achse eines Metallzylinders von 4 cm Radius gegen denselben isoliert angebracht. Zur Aufnahme der Strom-Spannungscharakteristik diente ein Elektrometer mit einem Meßbereich bis zu 10^{-6} Amp.

Positiver Pol am Sprühdraht.

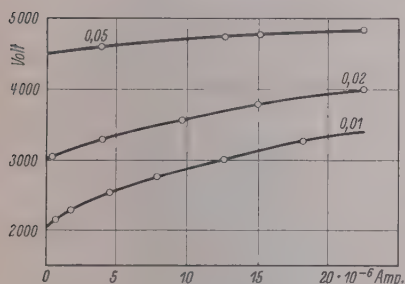


Abb. 14.

Strom-Spannungscharakteristik.

Negativer Pol am Sprühdraht.

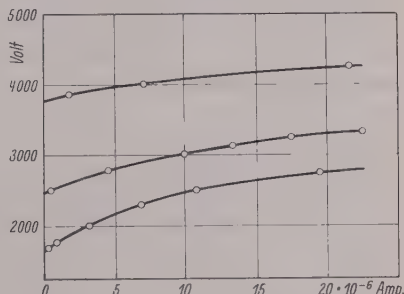


Abb. 15.

Strom-Spannungscharakteristik.

Im dunkeln Versuchsraum zeigte die positive Entladung eine gleichmäßige, den Draht umschließende Glimmschicht, die bei der negativen Entladung sich in einzelne Glimmpunkte auflöste. Die einzelnen Meßpunkte schwanken um diese, durch die Kurven dargestellten Stromspannungslinien.

2. Schlußfolgerung.

Wie können wir nun diese Versuchsergebnisse für die Elektrokultur auswerten? Für die Technik der Elektrokultur sind unstrittig die beiden letzten Versuchsgruppen mit den Gersten- und Weizenähren am aufschlußreichsten. Sie bringen den Beweis, daß die epidermale, oberirdische Ausbildung der Pflanzenorgane für die Erhöhung der Leitfähigkeit von ausschlaggebendem Einfluß ist. Der natürliche Ionisationsgrad, der die Pflanze unmittelbar umhüllenden Atmosphäre ist dabei je nach Ort, Alter und Ausbildung der Organe verschieden. Der optimale Ionisationszustand der

Atmosphäre im elektrischen Feld wird zu einem wesentlichen Teil von der Intensität der Ionenbildung abhängig sein. Sobald Ionenstoß eintritt, vervielfacht er sofort die Leitfähigkeit der Luft. Er führt aber in der Mehrzahl der Fälle zu Schädigungen an den

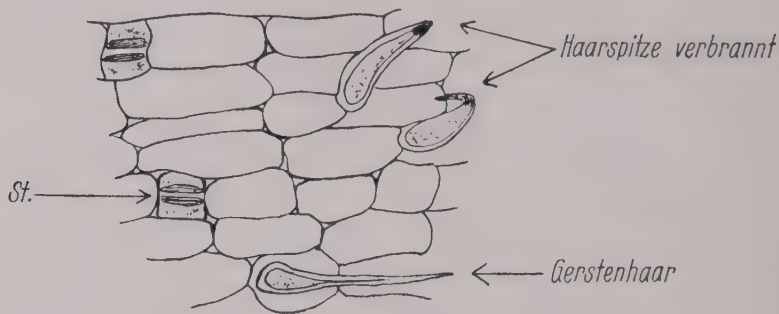


Abb. 16.

Abb. 17. *Vitis vinifera* L. Elektrische Kontrolle.

Pflanzenorganen. Der Grad der Zerstörung ist verschieden. Von kaum bemerkbaren Rückbildungen an epidermalen Organen, besonders Haaren (vergl. Abb. 16) und Blattspitzen beginnend, treten bei länger dauernder Einwirkung bei gewissen Pflanzen Rückbildungen auf, die bis zu kümmerlichen Wuchsformen führen (vergl.

Abb. 17 *Vitis vinifera*). Die Blattoberfläche ist dezimiert, die Chlorophyllbildung zurückgesetzt und was weiterhin interessant ist, der Internodienabstand um $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ verkürzt. Die Rückbildung der Greiforgane ist bis auf kümmerliche Ansätze eine vollständige. Eigentliche hypertrophe Wuchsformen konnten wir jedoch nicht feststellen. Steigern wir die Intensität des Stromdurchganges noch mehr, dann treten direkte Verbrennungserscheinungen an den Blattspitzen auf und in den meisten Fällen wird dann Plasmolyse beobachtet.

Sehen wir bei *Vitis vinifera* durch zu große Stromintensitäten deutlich kümmerliche Wuchsausbildung, so können wir bei der Tomate gerade das umgekehrte Verhalten beobachten. Ihre Hauptwuchsrichtung erfuhr eine Ausdehnung zu der Anode hin, obwohl dadurch ihre Blätter in vermehrtem Maße elektrischen Verbrennungen ausgesetzt wurden. Der Abstand des positiv aufgeladenen Luftleiters, der aus weitmaschigem Drahtgitter bestand und die längs einem Draht gezogenen Weinstöcke halbkreisförmig umschloß, blieb immer der nämliche. Es muß hier noch ausdrücklich erwähnt werden, daß bei diesen Versuchen Feldspannungen zur Anwendung gelangten, die ausnahmslos sekundäre Entladungsvorgänge auslösten.

Kommen wir auf die Entladungsdiagramme unserer einleitenden Versuche zurück und vergleichen die dort zugrunde gelegten Ionisationsverhältnisse mit den obigen, so liegen diese alle rechts der 530 Volt-Linie, also im Gebiete der Stoßionisation. Die Ionisation durch Stoß setzt aber Feldstärken voraus, die, wie besonders eindrücklich beim Versuch mit *Vitis vinifera* hervorgeht, Schädigungen im Pflanzenwachstum hervorrufen. Der Leitfähigkeitsgrad der Luft schafft daher an und für sich nicht optimale Wachstumsbedingungen, denn Stoßionisation ist schädlich. Dies setzt voraus, daß wir wohl die Ionenbildung in der Atmosphäre durch ununterbrochene Neubildung zu steigern trachten, die Geschwindigkeit der Ionen zwischen Pflanze und Luftleiter aber innerhalb der Grenze verbleibt, wo eine Stoßionisation ausgeschlossen ist. Diese Voraussetzung ruft, so paradox es auf den ersten Blick erscheinen mag, nach hohen Klemmspannungen. Diese müssen so groß sein, daß die Spannungsdifferenz zwischen aufgeladenem Konduktor und dem Potential der ihn umgebenden Lufthülle ausreicht zur Unterhaltung stiller elektrischer Entladungen. Für die Menge der produzierten Ionen und den Moment, wo die stille elektrische Entladung beginnt, kommt

der Form und Ausbildung des Konduktors - Spitzen, Grannen, Haare usw. — an beiden Polen maßgebende Bedeutung zu. Da nun aber die Pflanze als Kathode das Potential der Erde besitzt und die bodennahen Luftschichten wohl im normalen luftelektrischen Spannungsgefälle 1 m, 2 m, 3 m über dem Boden eine Spannungsdifferenz, einen elektrostatischen Wert, von einigen Hundert Volt gegenüber der Erde aufweisen, so fällt dieser Unterschied gegenüber den einigen Zehntausend Volt des Luftleiters kaum in Betracht. Um schädliche Ionisationseinflüsse der Atmosphäre von der Pflanze fernzuhalten, müssen wir die Zone des intensivsten Ionisationsvorganges von der Pflanze weg hinauf zum Luftleiter verlegen. Der Ausbildung desselben ist daher schon wegen seiner funktionellen Bedeutung als Hauptionisator besondere Aufmerksamkeit zu schenken, um so mehr, als der Moment, wo die stille elektrische Entladung beginnt, am positiven Pol später einsetzt als am negativen. Die Höhe des Luftleiters über der Pflanze, also der Elektrodenabstand, muß, wie aus diesen Ausführungen hervorgeht, von folgenden drei Punkten abhängig sein:

1. Der Minimalabstand zwischen Luftleiter und Pflanze ist bei gegebener Klemmspannung vom Spannungsgefälle abhängig. Die elektrische Feldstärke an der Pflanzendecke muß unterhalb des Punktes liegen, wo die Ionengeschwindigkeiten Werte annehmen, daß dieselben anfangen zu stoßen, d. h. Atome zertrümmern.

2. Die gebildeten positiven Ionen sollen durch die Pflanze entladen werden und sich möglichst wenig in der Luft mit negativen Ionen zu neutralen Aggregaten vereinigen. Die elektrische Feldintensität dürfen wir daher nicht unter einen gewissen Wert sinken lassen und damit wird auch dem Maximalabstand des Luftleiters bei konstanter Klemmspannung eine gewisse Grenze gesetzt.

3. Die Stromcharakteristik bei den Weizen- und Gerstenähren verlangt ferner eine Rücksichtnahme auf das Phänomen der unselbständigen Gasentladungen, die bei festem Elektrodenabstand, also konstantem eingeschlossenem Luftraum, bis zu einem gewissen Wert mit der Zunahme des Potentialgefälles steigen und dann spannungskonstant bleiben. Diese in Punkt 3 aufgeführten Verhältnisse dürften während einer Kulturperiode insofern eine dauernde Nachprüfung verlangen, als der Umfang der unselbständigen Gasentladungen ebenfalls von der Größe des Primäreffektes, besonders der Intensität der Elektronenzerstreuung, abhängig sind.

VI. Der Einfluß des elektrischen Feldes auf die Komponenten der Atmosphäre.

A. Ozonbildung.

Das Ozonisierungsproblem bietet bei der großen Zahl der Bildungsmöglichkeiten dieses Gases für seine Erforschung zahlreiche Schwierigkeiten. Wir lassen von vornherein die thermischen, chemischen und auch photochemischen Bildungsprozesse außerhalb unserer Betrachtungen und studieren von den zahlreichen elektrischen Strahlungsformen und Entladungsvorgängen nur die stille elektrische Entladung in ihrem Einfluß auf die Ozonbildung. Aber auch hier ist der Bildungsprozeß außerordentlich kompliziert und wie schon Jahn (26) und Fischer (12) nachgewiesen haben, unterliegt der Chemismus der Ozonbildung nicht einfachen energetischen Gesetzen, da wir es meist mit einigen nebeneinander laufenden, resp. überdeckenden chemischen und physikalischen Reaktionen zu tun haben. Die Forschungen von Möller (38) und Herrschler (19) über die Ozonbildung bei der stillen elektrischen Entladung lassen sich dahin zusammenfassen, daß im Ionenstrom das Sauerstoffmolekül dissoziiert oder aber durch Energieanreicherungen reaktionsfähiger gemacht wird. Für uns spielt das Bildungsphänomen des Ozons an sich keine Rolle. Ja selbst über die Struktur des Ozonmoleküls gehen die Ansichten noch auseinander. Im Hinblick auf unsere späteren Untersuchungen ist dagegen wesentlich

1. welche Mengen Ozon unter bestimmten Verhältnissen in einem gewissen Zeitraum gebildet werden, und
2. welche Rolle dem Ozon im pflanzlichen Leben zukommt.

Vor der Versuchsaufnahme war die Ozonnachweismethode zu wählen. Die volumetrische Methode bietet durch das einfache Auswägen eines gewissen Volumens Sauerstoff technische Vorteile. Es darf nicht außer acht gelassen werden, daß in diesem Falle nur reine Ozon-Sauerstoffgemische zur Anwendung gelangen dürfen. Im Hinblick auf den Zweck der Versuche haben wir aber mit atmosphärischer Luft zu experimentieren. Wir wählten daher zum Ozonnachweis die Jod-Kaliummethode nach Schönbein. Obwohl die älteste, darf sie bei richtiger Anwendung als die genaueste angesprochen werden.



Besondere Sorgfalt ist auf die absolut neutrale Reaktion der Jod-Kaliumlösung zu legen, da sonst mit einem Jodüberschuß infolge Bildung von H_2O_2 zu rechnen ist. Das Aufnahmegefäß der KJ-Lösung in Form einer Waschflasche wird daher zum Zurückdrängen der schädlichen Alkalität vorher mit verdünnter Schwefelsäure oder besser mit Borsäure angesäuert. Die JK-Lösung nachher mit $\frac{n}{10} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ zurücktitriert.

Die Durchführung der Versuche erfolgte in drei Serien in einem abgeschlossenen zylindrischen Gefäß, 15600 cm^3 fassend. Unten im Glaszylinder liegt steriler angefeuchteter Sand als Kathode. Die in der Zylinderachse verschiebbare Anode besteht aus einem mit Spitzen versehenen Eisenring. Über die zeitliche Zunahme des Ozongemisches bis zu einer gewissen Grenzkonzentration sind wir durch die Arbeiten von Herrschler und Fischer hinreichend orientiert. Es bildet sich nach einem gewissen Zeitraum ein Gleichgewicht zwischen Ozonisierung und Desozonisierung, das man als Grenzkonzentration bezeichnet. Diese ist abhängig vor allem von der Temperatur, dem Druck, dem Wassergehalt und der Intensität der Entladung. Uns interessiert vor allem die Frage nach der Intensität der Entladung in Abhängigkeit des Elektrodenabstandes in ihrem Einfluß auf die Ozonbildung.

Durchführung des Versuches: Spannung 12000 Volt, Einwirkungsdauer 15 Minuten. Nach dieser Zeit wird die Spannung weggenommen und die Zylinderatmosphäre durch die oben erwähnte mit KJ-Lösung angefüllte Waschflasche hindurchgesogen und die Lösung titriert.

Elektrodenabstände: Versuch 1 = 5 cm

" 2 = 10 "

" 3 = 15 "

Relative Luftfeuchtigkeit 48—54%, Temperatur 17—18,5°C.

	1. Versuch	2. Versuch	3. Versuch
Menge Ozon in g	0,084	0,0215	0,0026
" " " g	0,0096	0,0205	0,0031
" " " g	0,082	0,0227	0,0022
Im Durchschnitt der drei Versuchsserien	0,0873	0,0216	0,00263

Wir haben es bei diesen Ozonmengen bei obigen Entladungsintensitäten bereits mit Grenzkonzentrationen zu tun.

Ein größeres Spannungsgefälle wie 2000 Volt/cm kommt wegen der dadurch bei den Pflanzenorganen in Erscheinung tretenden Verbrennungen nicht in Betracht. Andererseits sind wir bei einem solchen Spannungsgefälle noch nicht bei der absoluten Grenzkonzentration angelangt.

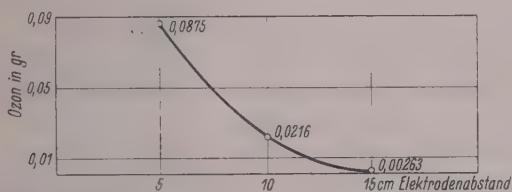


Abb. 18. Ozonbildung in Abhängigkeit von der Entladungsintensität.

Die nämlichen Versuche, jedoch mit Pflanzen ausgeführt, ergaben um ca. $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ geringere Mengen Ozon. Dies muß auf den höheren Feuchtigkeitsgehalt als Folge der intensiven Transpiration der Pflanzen zurückzuführen sein (86 %—92 % relative Luftfeuchtigkeit). Uns interessieren letzten Endes nicht die absoluten Ozonkonzentrationen, sondern die unter bestimmten Verhältnissen zu erwartende Einwirkung des Ozons auf das Pflanzenwachstum.

Diese Versuche im Glaszylinder sowie zahlreiche weitere im Laufe der Untersuchung durchgeführte Kulturversuche in großen, oben mit einem Glasdeckel abgeschlossenen Wannen (38 · 30 · 58 cm) führten durchgehend zu schädigenden Wirkungen des Ozons und zwar besonders auf die assimilierenden Organe. Bei Spannungsgefällen von 2000—3000 Volt/cm und starken durch Spitzen hervorgerufenen stillen Entladungen konnten bei Leguminosen schon nach einem Tag bei 6stündiger elektrischer Bestrahlung und bei acht Tage alter Weizensaat nach 3 Tagen fleckige, braungelbe Zellpartien festgestellt werden, die abstarben (35). Konnte diese Erscheinung bei geringerem Spannungsgefälle und daher dünnerer Ozonatmosphäre auch nicht mehr beobachtet werden, so trat durchgehend bei den assimilierten Organen eine Bleichung ein. Wiesen sonst die unter der elektrischen Feldwirkung stehenden Pflanzenblätter im Gegensatz zu der grüngelben Farbe bei den Kontrollpflanzen eine sattgrüne Färbung auf, so wird nach dieser Zeit an

Stelle des Grün das Gelb vorherrschend. Die Chlorophyllose, denn mit einer solchen Erscheinung haben wir es zu tun, kann ihre Erklärung nur in der Oxydationswirkung des Ozons und teilweise des ebenfalls sich bildenden H_2O_2 finden. Der Chemismus der Ozoneinwirkung, besonders auf die assimilierenden Organe der Pflanze, ist noch wenig erforscht. Man könnte verstehen, daß die oxydierende Wirkung des Ozons von einer gewissen Konzentration an, die Assimilation, welche ein endogener Reduktionsprozeß ist, beeinträchtigen würde.

Elektrokulturversuche in abgeschlossenen Räumen bei ungenügender Lüfterneuerung ermangeln gerade wegen dieser auf die Dauer schädigenden Einwirkungen des Ozons auf die assimilierenden Organe eindeutiger Beweiskraft. Konnten für gewisse Untersuchungen die Wannenversuche nicht umgangen werden, so verwendeten wir vorzugsweise junge Weizen- und Gerstensaaten. Dank den vorhandenen reichlichen Reservestoffen konnten dann die Versuche 4—5 Tage andauern, ohne daß merkliche Schädigungen durch die Ozoneinwirkung auftraten.

Ozonbestimmungen im Gewächshaus, Laboratorium und im Freien ergaben keine außerhalb der Fehlergrenze der Nachweismethode liegenden Ozonmengen. Die natürliche Lüfterneuerung ist hier im allgemeinen zu groß, als daß nachweisbare Schädigungen im Pflanzenwachstum eintreten könnten.

B. Stickoxydbildung.

Schon verschiedentlich wurde die Ansicht ausgesprochen, daß die wachstumsfördernde Wirkung heftiger Gewitter ihre Ursache in der durch die elektrischen Entladungen hervorgerufenen Stickstoffoxydation haben. Durch das gleichzeitige Auftreten von Ozon werden dann die gebildeten Nitrosegemische vorwiegend NO und NO_2 zu N_2O_5 oxydiert. Das Stickstoffpentoxyd löst sich gierig im Wasserdampf der Luft und fällt mit dem Gewitterregen als Salpetersäure auf die Fluren. Nähere diesbezügliche analytische Untersuchungen sind uns über die Stickoxydbildung durch die Gewitter nicht bekannt.

Bei den Elektrokulturversuchen im elektrischen Feld haben wir mit stillen elektrischen Entladungen zu rechnen. Die Intensität der Entladungen ist einerseits gegeben durch die Größe des Spannungsgefälles der elektrischen Feldwirkung und diese hängt andererseits von der Oberflächengestaltung der Elektroden (Spitzen

usw.) ab. Spitzenentladungen können dabei sowohl am Luftleiter wie auch an den pflanzlichen Organen vorkommen.

Hautefeuille und Chappuis (18) untersuchten erstmals ein abgeschlossenes ruhendes Luftvolumen bei Einwirkung stiller elektrischer Entladung auf eine eventuell eintretende Stickstoffoxydation, ohne über den Vorgang der Bildung sich dabei weiter ein Bild zu machen. Einige Jahre später setzten Shenstone und Evans (44) diese Versuche fort und kamen zum Ergebnis, daß die Nitrierung nicht bloß ein elektrischer Effekt sein kann, sondern, daß dem gleichzeitig gebildeten Ozon für die unbeständigen Stickoxyde die Rolle eines Oxydators zukommt. Die untersalpetrige Säure ($\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$) wird bei Gegenwart von Ozon sofort zu Stickstoffpentoxyd oxydiert. Weitere Untersuchungen von Warburg (56), Ehrlich und Ruß (11) haben dann über die N-Oxydation bei trockener Luft und im abgeschlossenen Siemensrohr zu abschließenden Ergebnissen geführt. Aus zahlreichen Versuchen erhielten sie bei Verwendung von atmosphärischer Luft übereinstimmend ein Stickoxydmaximum von 4 % auf das Volumen des Endgases bezogen.

Die Erreichung eines so beträchtlichen Wertes wird aber nicht auf eine hohe Lage des elektrischen Stickoxydgleichgewichtes zurückgeführt, sondern ist auf die schon von frühern Forschern vermutete Koppelung elektrischer und chemischer Wirkungen hervorgerufen, indem im Überschuß vorhandenes Ozon, wie oben erwähnt, das gebildete NO zu N_2O_5 oxydiert und damit eine Nachbildung von Stickoxyd erzwingt. Die Stickoxydbildung scheint sich dabei so lange fortzusetzen, als Ozon im Überschuß vorhanden ist. Unsere Versuche über die Ozonbildung haben aber gezeigt, daß die Ozonbildung bei fixierten Versuchsbedingungen eine gewisse Grenzkonzentration nicht übersteigt. Diese hängt in bezug auf die Oxydationswirkung des Ozons wiederum von den vorhandenen Sauerstoffvolumen ab.

Das stickoxydbildende Phänomen der stillen elektrischen Entladung im Hinblick auf seine Bedeutung bei der Elektrokultur setzt die Abklärung folgender Fragen voraus:

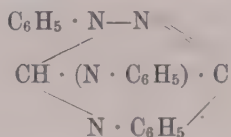
1. Entsteht bei den verhältnismäßig schwachen elektrischen Entladungsvorgängen überhaupt eine feststellbare Stickoxydbildung?

2. Wenn ja, wird sie durch die Luftfeuchtigkeit beeinflusst

Bei der Wahl der Nachweismethode mußte darauf Rücksicht genommen werden, daß Basen als Absorptionsmittel des NO_3 -Restes auch die Kohlensäure der Luft binden. Die Kohlensäure der Luft

vorher zu bestimmen und im Resultat zu berücksichtigen, führt, wie Vorversuche zeigten, zu nicht einwandfreien Resultaten, da unter den gewählten Versuchsbedingungen die zu bestimmenden Stickoxyde innerhalb der Fehlergrenze liegen. Die Absorption der HNO_3 an KOH und deren Titration, die allein zu praktischen Ergebnissen führt, kam wegen der Kohlensäure der Luft nicht in Betracht. Ein quantitativer Stickoxydnachweis läßt sich wohl in reinen Stickstoff-Sauerstoffgemischen, nicht aber in Luft durchführen.

Es blieb nichts anderes übrig, als uns auf einen rein qualitativen Nachweis zu beschränken. Diphenylamin, ein gebräuchliches Laboratoriumsreagens auf NO -Verbindungen wird auch von andern oxydierenden Stoffen blau gefärbt und kann wegen des gleichzeitigen Auftretens von Ozon und Wasserstoffsuperoxyd nicht in Frage kommen. Anders verhält es sich mit Nitron



Dieses Diphenylendanilo-dihydrotriazol in Essigsäure gelöst, gibt bei Spuren von HNO_3 erst einen flockig weißen Niederschlag, der nachher auskristallisiert.

Gemäß unserem Versuchsprogramm experimentierten wir zuerst mit vorgetrockneter Luft. Die Trockeneinrichtung bestand in einer mit P_2O_5 -Kristallen angefüllten Waschflasche, durch welche die Luft hindurchgesogen wurde, bevor sie in den 3500 cm^3 fassenden Versuchszylinder gelangte. Jeder Einzelversuch dauerte 6 Stunden; d. h. so lange wurde durch die elektrische Entladung auf die Zylinderluft eingewirkt, bevor das Gasgemisch durch eine zweite mit dem Salpetersäure-Reagens angefüllte Waschflasche gesaugt wurde. Als Elektrode diente am negativen Pol eine runde Messingscheibe von 6 cm Durchmesser. Der positive Pol besteht aus 36 in einer Ebene angeordnete Spitzen.

Die ersten Versuchsserien galten der NO -Bildung in Abhängigkeit der Stromdichte (s. Tabelle S. 49).

Diese Versuche brachten in bezug auf die Stickoxydation ein positives Ergebnis. Sie dürfen insofern als Ergänzung der Versuche von Ehrlich und Ruß gelten, als die NO -Bildung in Abhängigkeit der Entladungsintensität bis zu einer gewissen Grenzkonzentration zunimmt. Ein Vergleich der Versuchsergebnisse 1—7

Ver- such Nr.	Sekundär- span- nung Volt	Span- nung Volt/cm	Elek- troden- abstand	Strom- dichte Milliamp.	End- tempe- ratur	Niederschlag
1	12 000	600	20	—	18,5	Keine Ausscheidung
2	12 000	1 200	10	—	19,2	" "
3	12 000	1 500	8	0,1	19,8	Leichte Opaleszenz
4	12 000	2 000	6	0,2	20,3	Vereinzelte Kristall- ablagerungen
5	12 000	3 000	4	0,5	20,4	Leicht flockige Ab- lagerung
1) 6	12 000	4 000	3	1,5	19,7	Flockige Ablage- rungen
7	12 000	6 000	2	7	18,2	Starke flockige Ab- lagerungen
8	12 000	12 000	1	50	23	desgl.

läßt wohl für die betr. Entladungsintensität, nicht aber für das eingeschlossene Gasvolumen auf ein früheres Stickoxydgleichgewicht schließen. Eine Gegenüberstellung der filtrierten und gewogenen Niederschläge von Versuch

7	0,0674 g
8	0,0641 g

lassen dagegen bereits einen Grenzwert der Ozonbildung erkennen, der uns die Grenzkonzentration des NO-Gemisches anzeigt.

Elektrokulturversuche mit lebenden Pflanzen setzen besonders im Hinblick auf den Feuchtigkeitsgehalt der Luft normale Wachstumsbedingungen voraus, wobei von der Außenluft abgeschlossene Versuchsräume, wie Treibhäuser oder gar Glaskästen usw. relative Luftfeuchtigkeitsgrade aufweisen, die an die 100 % heranreichen. Bei unserem atlantischen Klimatypus müssen wir bei Freilandkulturen im Durchschnitt mit 50 % relativer Luftfeuchtigkeit rechnen. Die anschließende Versuchsserie wurde in atmosphärischer Luft durchgeführt. Ihr Feuchtigkeitsgehalt variierte zwischen 53 und 56 %.

Versuchsdauer 6 Stunden.

¹⁾ Die unter dem Strich aufgeführten Versuche weisen Stromintensitäten auf, die ausnahmslos die Pflanze schädigen.

Ver- such Nr.	Sekundär- span- nung Volt	Span- nung Volt/cm	Elek- troden- abstand	Strom- dichte Milliamp.	End- tempe- ratur	Niederschlag
1	12 000	600	20	—	19,4	keine Ausscheidung
2	12 000	1 200	10	—	18,9	" "
3	12 000	1 500	8	—	19,0	" "
4	12 000	2 000	6	0—0,1	19,8	" "
5	12 000	3 000	4	0,3	20,1	" "
6	12 000	4 000	3	0,7	19,2	" "
1) 7	12 000	6 000	2	2,8	18,8	keine Ausscheidung
8	12 000	12 000	1	35,8	19,1	Vereinzelte Kristall- anhäufungen am Boden der Wasch- flasche

Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft setzt bei sonst gleichen Bedingungen die Stickstoffoxydation stark zurück. Erst bei der größten Stromintensität stellen wir eine Stickoxydbildung fest. Das Ergebnis aus dieser Versuchsgruppe läßt die Bedeutung der NO-Oxydation für die Pflanzenernährung und daher als wachstumsfördernder Faktor bei der Elektrokultur stark zurücktreten. Dies um so mehr, als bei stillen elektrischen Entladungen, wo die Stromdichte 0,05—0,01 Milliampère übersteigt, an den assimilierenden Organen Schädigungen auftreten. Bei Stromdichten, die außerhalb der Schadengrenze liegen, wurden innerhalb des gewählten Zeitraumes keine sichtbaren Mengen NO gebildet.

Zur Kontrolle obiger Versuche haben wir noch folgendes Experiment durchgeführt: Als Anode gelangte die nämliche Spitzen-
elektrode zur Verwendung. Als Kathode diente direkt die in einer
Schale aufgestellte in CH_3COOH gelöste Nitronlösung. Bei einer
Stromintensität von 4 Milliampère konnte nach 12 Stunden mit
bloßem Auge noch keine Reaktion festgestellt werden. Versetzte
man jedoch die zum Versuch verwendete Reaktionslösung mit einem
Tropfen $\frac{n}{10}$ NHO_3 , so traten sofort die für den NO_3 -Nachweis
charakteristischen Kristalle auf. Neue Reaktionslösung mit einem
Tropfen $\frac{n}{10}$ HHO_3 versetzt, führte zu einem flockigen Niederschlag.

¹⁾ Die unter dem Strich aufgeführten Versuche weisen Stromintensitäten auf, die für die Pflanze schädlich sind.

Diese Feststellung machte es zur Notwendigkeit, daß der stillen elektrischen Entladung ausgesetzte Salpetersäurereagens im Ultramikroskop zu untersuchen. Der Befund fiel positiv aus. Im Lichtkegel traten die charakteristischen Beugungsscheibchen der Ultramikronen auf. Diese Ultramikronen stellen Kriställchen dar, denen die Rolle von Kristallisationszentren zukommt. Eine schwache Opaleszenz der Flüssigkeit ließ denn auch schon rein makroskopisch den Rückschluß auf die Heterogenität des Flüssigkeitssystems zu.

Über den Einfluß des Feuchtigkeitsgehaltes bei Einwirkung stiller elektrischer Entladungen auf ein ruhendes Luftgemisch darf zusammenfassend gesagt werden, daß bei großer Intensität der elektrischen Entladung eine, wenn auch reduzierte Stickstoffoxydation stattfindet. Stille Entladungen von dieser Intensität führen jedoch zu Verbrennungen am Pflanzenorganismus. Möglicherweise führen auch schwächere Entladungen zu einer sehr beschränkten Stickoxydbildung. Unsere technisch chemische Reaktionsmethode ließ uns diese aber nicht nachweisen. Welcher negative Einfluß dem Feuchtigkeitsgehalt bei der Oxydierung des Stickstoffs zukommt, ist eigentlich noch wenig abgeklärt und bedarf noch eines umfassenden Studiums. Ist es die geringe Leitfähigkeit der Luft oder führt das in reichlichem Maße sich bildende H_2O_2 auf den Chemismus der Stickstoffoxydation eine bestimmende Wirkung aus. Über die Bedeutung des Ozons und die Beeinflussung der Stickstoffoxydation haben wir uns an anderer Stelle eingehend geäußert.

Wesentlich für dieses Ergebnis ist, daß, wenn überhaupt bestimmbare Mengen Stickstoffverbindungen gebildet werden sollten, die Energiebilanz bei diesem durch die stille elektrische Entladung hervorgerufenen Bildungsprozeß gegenüber der Salpeterbildung im Lichtbogen der Stickstoffwerte eine sehr schlechte Ausnützung der zugeführten elektrischen Energien darstellen würde.

C. Die Differenzierung der Kohlensäureatmosphäre im elektrischen Feld.

a) Der Zweck der Untersuchungen.

M. D. Chouchak (5) findet auf Grund quantitativer Untersuchungen, je nachdem, ob der positive oder negative Pol einer Hochspannungsquelle an der Pflanze liegt, eine verschieden große Assimilation! Sowohl bei Mais als bei *Casuarina* konstatierte er dann eine größte Abnahme des CO_2 -Gehaltes der Atmosphäre,

wenn der positive Pol an der Pflanze liegt; daraus schließt er auf eine erhöhte Assimilation. Mit dem negativen Pol an der Pflanze oder bei ausgeschalteter Spannung ist, bei gleicher Lichtintensität und Zeiteinheit, eine bedeutend geringere CO_2 -Abnahme in der Atmosphäre konstatiert worden.

Dabei die Elektrokultur ausschließlich als Kohlensäureproblem betrachten zu wollen, wäre nicht angängig, denn schon Lemström (32) kam auf Grund von Topfkulturen zu einem entgegengesetzten Resultat, daß nicht bei einem negativ aufgeladenen Luftleiter Maximalerträge erzielt werden, sondern daß sich bei einem positiven Potential des Luftleiters gegen die Erde, der größte Zuwachs erzielen läßt. Daraus ersehen wir deutlich die Kompliziertheit des Problems und wie wenig die wissenschaftliche Erkenntnis in den letzten 30 Jahren das Dunkel über das Wesen der Elektrokultur zu lichten vermochte.

Um das hier in diesem Kapitel zu untersuchende Kohlensäureproblem in seinen Grundelementen zu behandeln, betrachten wir den Einfluß des elektrischen Feldes auf die Kohlensäureverteilung in der Atmosphäre erst als physikalisches Problem für sich. Dabei drängen sich vor allem zwei Fragen in den Vordergrund:

1. Kann die Kohlensäureverteilung durch ein elektrisches Feld in der Atmosphäre überhaupt beeinflusst werden?
2. Wenn ja, kann durch Änderung des Feuchtigkeitsgehaltes der Atmosphäre und der Feldstärke Größe und Richtung derselben beeinflusst werden?

b) Versuchsanordnung.

Als Stromquelle diente unser Hochspannungsgleichrichter. Die Spannung kann beliebig zwischen 4000 und 20000 Volt gewählt werden. Gleichstrom ist nicht pulsierend, also ohne eine praktische ins Gewicht fallende periodische Änderung der Spannungsamplitude.

Die Versuchsatmosphäre befand sich in einem Glaszylinder von 70 cm Höhe und einem Volumen von 3000 ccm. Die Lüfterneuerung geschah mittels eines Glasrohres von außen her. Es wurde also nicht Luft von dem Raume verwendet, in dem diese Versuche durchgeführt wurden. Eine solche Atmosphäre ist in ihrer Zusammensetzung starken Schwankungen unterworfen, die keine brauchbaren Resultate liefern würde. Fünf längs der Zylinderachse angeordnete Öffnungen im Glasgefäß gestatteten eine beliebige Luftprobeentnahme. Die Elektroden sind runde Messing-

bleche von 5,5 cm Durchmesser. Zu diesen Versuchen wurde immer die gleiche Spannung von 12000 Volt verwendet, was bei dem festen Elektrodenabstand einem Spannungsgefälle von 240 Volt pro cm entsprach. Spitzenelektroden als auch größere Felddichten wurden absichtlich nicht gewählt, um das Phänomen der Spitzenwirkung und der Stoßionisation von Anfang an auszuschließen. Diese letzteren Vorgänge führen in der Atmosphäre zu ganz neuartigen Ionisationsverhältnissen, die die Untersuchungen nur komplizieren würden. Früher angestellte Versuche haben deutlich gezeigt, wie sich bei stillen elektrischen Entladungen große Mengen von O_3 und H_2O_2 bilden und unter gewissen Voraussetzungen auch feststellbare Mengen von Stickoxyden auftreten. Bei der angewendeten volumetrischen Kohlensäurebestimmung, wo die Kohlensäure durch $K(OH)$ gebunden wird, könnten die gebildeten Stickstoffverbindungen das Resultat unter gewissen Umständen maßgebend beeinflussen. Bei der Wahl der Feldstärke wurde darauf Rücksicht genommen, damit diese elektrochemischen Umsetzungen ein Minimum betragen und, was vor allem wichtig ist, konstant blieben. Wie die erhaltenen Resultate zeigen werden, kommen sie zum Studium der Frage der Kohlensäurebeeinflussung durch das elektrische Feld nicht mehr in Betracht, da ihre Größen in den meisten Fällen innerhalb der Fehlergrenze liegen.

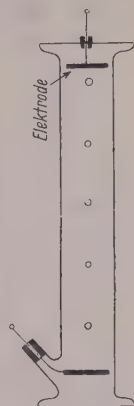


Abb. 19.

Die vorzugsweise volumetrische Kohlensäurebestimmung erfolgte nach der von Lundegård entwickelten Methode, die dann mit einem von Dr. Gut (17) im pflanzenphysiologischen Laboratorium der E.T.H. bis zur höchsten technischen Vollkommenheit durchkonstruierten Apparat ausgeführt wurde. Mit Hilfe dieses Apparates war es möglich, innerhalb von 10 Minuten eine Kohlensäurebestimmung durchzuführen. Seine Handhabung verlangt eine gewisse Übung, gewährleistet aber sehr exakte Resultate. Bei einer Versuchsserie wurde die Kohlensäure an Barytwasser gebunden und der Niederschlag durch Titration ermittelt.

c) Durchführung der Versuche.

Als Experimentierluft diente ausschließlich atmosphärische Luft. Wie vorher gezeigt, wurde sie durch ein Zuführungsrohr von außen her in den Versuchszylinder geleitet. Die Aufzählung

der Versuche geschieht in der Reihenfolge, wie sie ausgeführt wurden. Wir bekommen so eine Kette von Teilergebnissen und Schlußfolgerungen, die zum nächsten Versuche hinweisen. Alle Versuche wurden wenigstens dreimal unter den möglichst gleichen Bedingungen wiederholt. Bei den oft kleinen zahlenmäßigen Unterschieden, wo die Werte in der Nähe der Fehlergrenze liegen, bewahrt uns nur eine äußerst kritische Einstellung gegenüber den erhaltenen Zahlenwerten vor Trugschlüssen.

Vorher dürfte es für uns wertvoll sein, die Art und Weise, wie uns die Kohlensäure in der Atmosphäre entgegentritt, rasch zu untersuchen.

1. Als Kohlendioxyd (CO_2), in Gasform.

2. An den Wasserdampf der Luft gelagert; dabei dissoziiert ein Teil der Kohlensäuremoleküle vorzugsweise nach der Gleichung



H_2CO_3 ist eine sehr starke Säure, da wir aber die Konzentration auf alles CO_2 beziehen, ist sie schwach, da der größte Teil nicht dissoziiert, sondern als CO_2 im Wasser gelöst ist. Der Grad der Dissoziation wächst mit der Temperatur.

Bei dem Wasserdampf in der Atmosphäre haben wir es mit großen Molekülhaufen zu tun, die durch die Ionen der Luft oder auch durch dissoziierte CO_2 -Moleküle teilweise aufgeladen werden und damit der elektrischen Feldwirkung gehorchen.

Wie sind nun aber diese Wassertröpfchen geladen?

Wie schon oben gezeigt, dissoziiert das CO_2 -Molekül in H^+ $(\text{HCO}_3)^-$. Das negative Anion gibt ihm, wie der Versuch nachher beweist, eine negative Ladung, währenddessen die umgebende Luft positiv influenziert wird. Ein Versuch von Thomson (52) hat diese Tatsache schon um die Jahrhundertwende in sehr anschaulicher Weise bestätigt. Durch Zusatz von einigen Hunderttausendstel von Schwefelsäure in destilliertem Wasser und Zerstäubung derselben wurde die Luft stark positiv elektrisiert, das heißt die Wassertröpfchen sind negativ aufgeladen.

Für die auszuführenden Versuche, die uns ja über den Einfluß des elektrischen Feldes auf die Kohlensäureatmosphäre orientieren sollen, geben die Ausführungen von Kap. III die theoretischen Grundlagen.

Die gasförmigen Kohlensäureionen der Atmosphäre, mit den an den Wasserdampf gebundenen dissoziierten Kohlensäuremolekülen,

lassen sich durch die oben beschriebene Untersuchungsmethode nicht getrennt betrachten. Ebenso ist es nicht möglich, Werte über das Verhältnis der positiv und negativ aufgeladenen gasförmigen Kohlensäureionen zu erhalten, da die andern Ionen der Atmosphäre summarisch zur Geltung kommen. Eindeutigere Ergebnisse dürfen wir dagegen bei der in der Atmosphäre dissoziierten Kohlensäure erwarten. Hier ist die Richtung der Ladung mit dem Dissoziationsvorgang gegeben. Durch Beeinflussung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft, ihrer Temperatur und dem Kohlensäuredrucke können wir die Verhältnisse nach verschiedenen Gesichtspunkten ändern. Wir wollen aber diese mehr den Physiker interessierenden Fragen nur soweit verfolgen, als sie für unsere Untersuchungen von Bedeutung sind.

In unseren Versuchen beobachteten wir zuerst die Veränderungen der Kohlensäureatmosphäre vor, während und nach der Feldeinwirkung. Da die Frage der Feldrichtung und ihr Einfluß auf ein optimales Pflanzenwachstum noch nicht gelöst ist, wurden die Versuche speziell nach dieser Richtung ausgedehnt, ohne bei der beschränkten Problemstellung jetzt schon ein abschließendes Resultat erwarten zu wollen. Die Veränderung des Feuchtigkeitsgehaltes der Atmosphäre gibt uns einen Einblick in die Lösungs- und Dissoziationsverhältnisse der Kohlensäure. Die Temperatur wurde konstant gehalten und betrug 18° C. Der Kohlensäuregehalt war durch den Gehalt der Atmosphäre gegeben. Derselbe schwankte allerdings beträchtlich. Unterschiede bis zu 0,05 Volumprozent von einem Tag zum andern wurden dabei gemessen, was Variationen von mehr als 100% der Kohlensäure in der Atmosphäre ausmacht. Die aus den erhaltenen Werten aufgetragenen Kurven gaben bei den Parallelversuchen aber trotzdem einen kongruenten Verlauf. Für einen Versuch wurden ca. 4—5 Stunden benötigt. Öfters vorgenommene Stichproben zeigten innerhalb dieser Zeitspanne nur unwesentliche Abweichungen im Kohlensäuregehalt der Außenluft, was bei der langsamen Lüfterneuerung im Glaszylinder, beträgt sie doch pro Ablesung nur ein Sechzigstel, nicht ins Gewicht fällt. Da die Versuche im land- und forstwirtschaftlichen Gebäude der eidgenössischen technischen Hochschule durchgeführt wurden, das am unteren Teil des Zürichberghanges, mitten in der Stadt, liegt, wurde von Anbeginn der Versuche mit diesen Schwankungen gerechnet.

d) Der Verlauf der Kohlensäurekonzentration der atmosphärischen Luft im elektrischen Feld bei Änderung ihres Feuchtigkeitsgehaltes.

Wir untersuchten den Verlauf bei mittlerem Feuchtigkeitsgehalt, bei voller Sättigung und getrockneter Luft.

Tabelle I.

Verlauf der CO_2 -Konzentration im elektrischen Felde.

I. Atmosphärische Luft.

Temperatur 18°C , Relative Luftfeuchtigkeit 47%, Ablesungen alle 12 Minuten.

Anfang	Ende	Differenz	CO_2 -Prozent	Bemerkungen
1. K 9248	8844	0404	0,0808	Kontrollablesungen
2. K 9258	8860	0398	0,0796	
3. 9248	8871	0377	0,0754	Spannung: 12000 Volt
4. 9272	8922	0350	0,0700	Kohlensäureentnahme am positiven Pol, oben
5. 9263	8940	0323	0,0646	
6. 9323	9902	0321	0,0642	
7. K 9226	8821	0405	0,0810	ausgeschaltet
8. K 9276	8870	0406	0,0812	Kontrollablesungen
9. 9044	8678	0366	0,0732	Spannung: 12000 Volt
10. 9257	8950	0307	0,0614	
11. 9264	8958	0306	0,0612	Polwechsel
12. K 9237	8838	0399	0,0798	ausgeschaltet Kontrollablesung

Differenz im Kohlensäuregehalt, ausgedrückt in Prozent der Anfangsablesung:

- a) an der positiven Elektrode 19,7%,
- b) an der negativen Elektrode 21,6%.



Abb. 20.

Kohlensäuregehalt in Volumprozent der Atmosphäre mal 100.

Abstand zwischen 2 Punkten = 12 Minuten.

Das vorliegende Diagramm stellt den Verlauf der Kohlensäurekonzentration dar. Auf der Vertikalen ist der Kohlensäuregehalt in Volumprozenten zur Gesamtatmosphäre aufgetragen. Die Horizontale trägt die zeitliche Verschiebung des Kohlensäuregehaltes in Intervallen von 12 Minuten. Wie oben angegeben, haben wir einen mittleren relativen Feuchtigkeitsgehalt von 47 Volumprozent.

Nachdem die Kontrollmessungen Werte aufwiesen, die innerhalb einer Fehlergrenze von $\pm 5\%$ liegen, wurde die Spannung von 12000 Volt mit dem positiven Pol oben an die Elektroden gelegt. 3 cm von der oberen Elektrode entfernt wurde die Luftprobe entnommen und dabei eine kontinuierliche Kohlensäureabnahme festgestellt. Das Minimum ist nach ca. 40 Minuten erreicht, weitere Ablesungen zeigten in den nächsten 30 Minuten keine Veränderung in der Kohlensäuremenge. Die durchschnittliche Abnahme im Kohlensäuregehalt beträgt 19,7% der Anfangsmenge; die Resultate der drei übrigen Parallelversuche mitverwertet, ergaben eine Verminderung von 19,9%.

Nach Wegnahme der Spannung und nach Entleerung der Zuführungsleitung zum Kohlensäurebestimmungsapparat wurden mehrere Kontrollablesungen gemacht. Schon die erste Bestimmung ergab eine Wiederherstellung der früheren Kohlensäuremenge im Versuchszylinder. Die vor uns liegende Tabelle weist allerdings einen gegenüber den Anfangskontrollen erhöhten Wert auf, der aber innerhalb der Fehlergrenze liegen kann; bei den anderen Parallelversuchen ist die Zunahme in zwei Fällen 0,35 Volumprozent, der andere um 0,15 Volumprozent höher als die Anfangskontrollablesungen. Wir werden später nochmals auf diese Abweichungen zurückkommen müssen, obwohl sie aus dem oben erwähnten Grunde jetzt noch nicht interpretiert werden sollen.

Bei gleicher Versuchsanordnung wurde die Spannung, jetzt mit umgekehrten Vorzeichen, wieder angelegt. Auch hier konstatierten wir eine Abnahme in der Kohlensäurekonzentration. Das Minimum ist nicht, wie vorher bei der dritten Ablesung, sondern schon bei der zweiten erreicht und liegt um 21,6% tiefer als die Anfangsablesung; im Durchschnitt aller vier Parallelversuche um 21,5%. Nach Ausschalten des Stromes stellte sich die Kohlensäure wieder auf die Höhe der früheren Kontrollablesungen ein.

Tabelle II.

Verlauf der CO_2 -Konzentration im elektrischen Felde.

II. Wassergesättigte atmosphärische Luft.

Temperatur 18°C , Relative Luftfeuchtigkeit 95% , Ablesungen alle 12 Minuten.

Anfang	Ende	Differenz	CO_2 -Prozent	Bemerkungen
1. K 9301	8813	0488	0,0976	Kontrollablesungen
2. K 9295	8811	0484	0,0968	
3. 9281	8820	0461	0,0922	Spannung: 12000 Volt Kohlensäureentnahme am positiven Pol, oben
4. 9268	8852	0416	0,0832	
5. 9304	8910	0394	0,0788	
6. 9275	8879	0396	0,0792	
7. K 9262	8779	0483	0,0966	ausgeschaltet Kontrollablesungen
8. K 9278	8792	0486	0,0972	
9. 9303	8905	0404	0,0808	Spannung: 12000 Volt
10. 9321	8946	0375	0,0750	
11. 9278	8897	0381	0,0762	Polwechsel
12. 9310	8932	0378	0,0756	
13. 9231	8747	0484	0,0968	ausgeschaltet Kontrollablesung

Differenz im Kohlensäuregehalt, ausgedrückt in Prozent der Anfangsablesung:

a) an der positiven Elektrode $19,2\%$,b) an der negativen Elektrode $22,1\%$.

Abb. 21. Kohlensäuregehalt in Volumprozent der Atmosphäre mal 100.

Abstand zwischen 2 Punkten = 12 Minuten.

Der Versuchszylinder umschloß wasserdampfgesättigte, atmosphärische Luft. Der Verlauf des Diagramms entspricht vollständig der Kurve aus Tabelle I. In der ersten Versuchsphase liegt der positive Pol oben, wo auch die Luftproben für die Dauer des ganzen Versuches entnommen werden. Die Kohlensäure im Versuchszylinder senkt sich innerhalb dreier Kontrollmessungen um $19,2\%$, was auch dem Durchschnitt aller drei Parallelversuche entspricht. Beim Wegnehmen der Spannung, Wiederherstellung der früheren Kohlensäureatmosphäre auf die gleiche Höhe der anfänglichen Kontrollresultate. Der Durchschnitt der drei Parallelversuche scheint eher

etwas tiefer zu liegen. Die positive Elektrode überzog sich dabei mit einer dünnen Schicht aus Kondensationswasser, daran erkenntlich, daß das polierte Messingblech den Glanz verlor und ein matt angehauchtes Aussehen annahm.

Wurden die Pole gewechselt und die Spannung angelegt, so wurde wieder ein der Kurve aus Tabelle I analoges rasches Sinken der Kohlensäuremenge im Versuchszylinder festgestellt. Der Rückgang an der negativen Elektrode betrug 22,1%, im Durchschnitt der drei Parallelversuche 21,9%. Die Mehrabnahme des Kohlensäuregehaltes am negativen Pol, ausgedrückt in Prozenten der Gesamtkohlensäuremenge der durchschnittlichen Anfangskontrollablesungen, betrug in:

Tabelle I 1,6%

Tabelle II. . . . 2,7%.

Obwohl sich hier verschiedene Fragen herausbildeten, die vielleicht vor einer weiteren Verfolgung des gestellten Problems bearbeitet werden sollten, will ich dem vorgezeichneten Gang der Untersuchung nicht vorgreifen.

Tabelle III.

Verlauf der CO_2 -Konzentration im elektrischen Felde.

III. Atmosphärische Luft mit CaCl_2 getrocknet.

Temperatur 18° C, Relative Luftfeuchtigkeit 9%, Ablesungen alle 12 Minuten.

Anfang	Ende	Differenz	CO_2 -Prozent	Bemerkungen
1. K 9255	8958	0297	0,0594	Kontrollmessungen
2. K 9320	9017	0303	0,0606	
3. 9296	8948	0348	0,0696	Spannung: 12000 Volt
4. 9316	8986	0330	0,0660	Kohlensäureentnahme am positiven Pol, oben
5. 9318	8991	0327	0,0654	
6. 9325	8996	0329	0,0658	
7. 9116	8801	0315	0,0630	ausgeschaltet
8. 9341	9022	0319	0,0638	Kontrollmessungen
9. 9311	8897	0414	0,0828	Spannung: 12000 Volt
10. 9342	9018	0334	0,0668	Polwechsel
11. 9314	8977	0337	0,0674	CO_2 -Entnahme oben
12. 9304	9982	0322	0,0644	Kontrollmessung

Differenz im Kohlensäuregehalt, ausgedrückt in Prozent der Anfangsablesung:

a) an der positiven Elektrode 9,7%,

b) an der negativen Elektrode 12,5%.

So sehr die Kurvenbilder aus Tabelle I und II in der Charakteristik einander entsprechen, so grundverschieden ist der Verlauf des Diagramms aus Tabelle III und läßt den dominierenden Einfluß, der der Luftfeuchtigkeit bei der Dissoziation des Kohlensäuremoleküls und damit der Ionenbildung in der Atmosphäre zukommt, deutlich veranschaulichen. Die Versuchsanordnung und Durchführung entsprach genau dem Vorgehen bei der Aufstellung der beiden vorhergehenden Versuchsserien. Die Feuchtigkeit wurde der Atmosphäre durch ein Trockenmittel entzogen. Zur Verwendung gelangte chemisch reines CaCl_2 , das auf dem Grund des Versuchszylinders in einer Uherschale aufgestellt war.



Abb. 22. Kohlensäuregehalt in Volumprozent der Atmosphäre mal 100.
Abstand zwischen 2 Punkten = 12 Minuten.

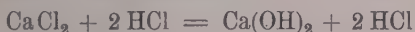
Das Diagramm aus Tabelle III Abb. 22 nimmt gegenüber den vorigen Kurven einen vollständig anderen Verlauf. Schon die Kontrollversuche ergaben voneinander abweichende Werte, die jedoch vom Kohlensäuregehalt der Außenluft anfänglich unwesentlich abwichen. Nach Anlegen der Spannung nahm die Menge der bestimmten „Kohlensäure“ zu, wobei ein charakteristischer Spitzenausschlag mit Einschalten des Stromes erfolgte, der schon bei der nächstfolgenden Messung sich auf einer gewissen Höhe stabilisierte. An der positiven Elektrode betrug die Abweichung von dem durchschnittlichen Wert der Kontrollen 9,7%, an der negativen Elektrode 12,5%. Parallelversuche ergaben ähnliche Kurvenbilder, teilweise jedoch mit stärkeren Abweichungen. Auffallend ist das schwankende Ansteigen der Meßresultate bei den Kontrollbestimmungen, was deutlich darauf hinweist, wie wir mit dem Kalziumchlorid einen veränderlichen Faktor in unser Untersuchungsgefäß hineinbrachten.

Zusammenfassend dürfen wir gleich zweierlei über diese letzte Versuchsserie aussagen:

1. Die Kohlensäure läßt sich bei trockener Atmosphäre durch ein elektrisches Feld nicht beeinflussen. Dem Wasserdampf kommt als Lösungsmittel der Kohlensäure und als Ionenträger eine ent-

scheidende Bedeutung zu. Ein Teil des im Wasserdampf gelösten Kohlendioxyds dissoziiert und macht die negativen Ionen vorherrschend, was dadurch zum Ausdruck kommt, daß in atmosphärischer Luft mit mittlerem Feuchtigkeitsgehalt ein Fünftel der Gesamtkohlensäure der Luft der elektrischen Feldwirkung unterworfen wird.

2. Auf eine vollständige Begründung des Verlaufes der Kurve aus Tabelle III möchte ich mich nicht festlegen, da das für unsere Untersuchungen Wertvolle in den Ausführungen zum ersten Punkt enthalten ist. Der nicht gerade offensichtliche Verlauf der Kurve hat neben dem Verschwinden der dissoziierten Kohlensäure seine Begründung voraussichtlich darin, daß durch das Aufspalten des CaCl_2 -Moleküls durch Hinzutritt von Wasser



Ionen entstehen, die zum Teil in die Atmosphäre dringen und die Meßresultate beeinflussen. Das HCl-Molekül mit einem Molekulargewicht von 13 ist gegenüber demjenigen der Luft, das zwischen 28 und 29 liegt, klein. Es tritt daher leicht in Gasform in die Atmosphäre ein. Unsere Bestimmungsmethode verwendet zur Bindung der Kohlensäure K(OH) , die das gasförmige Salzsäuremolekül bindet und damit das Meßresultat beeinflußt. Daher die relativ großen Schwankungen in den Kontrollmessungen. Mit Anlegen der Spannung kann die Feldwirkung diesen Vorgang noch verstärken. Ebenso beeinflußt die Bildung und das Auftreten von Ozon, Wasserstoffsuperoxyd und der Stickstoffverbindungen, die allerdings zum Teil das Vorkommen von Wasserdampf erfordern, der aber immer noch in Spuren vorhanden ist, das Resultat der Messung. Das Auftreten dieser chemischen Verbindungen muß daher als Ursache dieser scheinbaren Kohlensäurevermehrung angesehen werden. Das Prinzip des Apparates gestattet wohl äußerst feine Meßresultate, die aber immer die Summe aller vorkommenden Anionen darstellt.

Diese letzteren, an elektrische Erscheinungen gebundenen chemischen Umsetzungen treten auch schon in den unter I und II festgehaltenen Untersuchungsergebnissen auf. Ihre Wirkungen auf dieselben wurden aber überdeckt durch die viel größere Menge an Kohlensäure, die unter jenen Verhältnissen den Gesetzen des elektrischen Feldes gehorchte.

Wir haben bis jetzt die Versuche, deren Resultate in Tabelle I und II festgehalten sind, in dem Punkte abgebrochen, als nach

Anlegen der Spannung sich die Kohlensäureatmosphäre auf einer neuen Höhe stabilisierte. Die Frage, ob dieses neue Niveau bei Fortsetzung des Versuches andauert, blieb bis jetzt offen. Ferner können wir über die räumliche und zeitliche Verteilung der Kohlensäure im Glaszylinder während der Dauer der Feldeinwirkung nichts aussagen, mit Ausnahme der Tatsache, daß wir am negativen Pol immer geringere Mengen feststellten als am positiven, und diese geringeren Werte nach kürzerer Zeit sich einstellten. Auch werde ich, wenn mir das nachfolgend zu beschreibende Experiment die Antwort auf obige Fragen gibt, durch den Versuch einer physikalischen Begründung kurz auf die Ursache dieser räumlichen Verteilung eingehen.

Tabelle IV.

Verlauf der CO_2 -Konzentration im elektrischen Felde.

IV. Atmosphärische Luft.

Temperatur 18°C , relative Luftfeuchtigkeit 53%.

Anfang	Ende	Differenz CO_2 -Prozent		Bemerkungen
1. 9416	9054	0,0362	0,0724	Spannung: 12000 Volt
2. 9420	8996	0,0424	0,0848	Kohlensäureentnahme
3. 9401	9880	0,0521	0,1042	oben, am pos. Pol
4. 9396	9055	0,0341	0,0682	Kohlensäureentnahme
5. 9438	9096	0,0342	0,0684	unten am neg. Pol
6. 9145	8652	0,0493	0,0986	ausgeschaltet
7. 9256	8769	0,0487	0,0974	Kontrollablesungen
8. 9082	8599	0,0483	0,0966	
9. 9088	8609	0,0479	0,0958	

Kohlensäuremenge bei Versuchsbeginn 0,0936 Volumprozent.

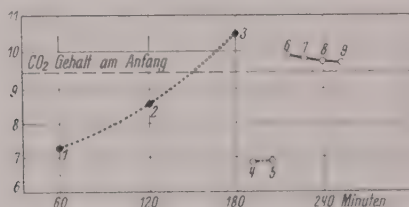


Abb. 23.

Kohlensäuregehalt in Volumprozent der Atmosphäre mal 100.

Tabelle IV zeigt uns die Fortsetzung einer Anordnung einer der Tabelle I entsprechenden Versuchsserie. Die Luftprobeentnahme

findet oben am positiven Pol statt. Die Kohlensäuremenge hat sich in der 60. Minute auf 0,0724 Volumprozent stabilisiert. Alle 12 Minuten wird 50 ccm Frischluft durchgesogen, die Messungen jedoch nur alle 60 Minuten durchgeführt. Von der 60. Minute, seit Einschalten des Stromes an, beginnt sich die Kohlensäureatmosphäre um den positiven Pol zu verdichten und erreicht nach 150 Minuten den Anfangsbestand von 0,0936 Volumprozent.

Nach 180 Minuten brechen wir die Probeentnahme am positiven Pol ab und bestimmen die Kohlensäuremenge unmittelbar am negativen Pol, der sich am Fuße des Glaszylinders befindet. Die Messungen bewegen sich auf der nämlichen Höhe wie bei Einschalten des Stromes zu Anfang des Versuches.

Die Spannung wurde weggenommen. Das erste Meßresultat ergibt gegenüber den Anfangskontrollwerten eine erhöhte Kohlensäuremenge von 5,3% im Zylinder. Dieser Wert sinkt langsam bei den weiteren Resultaten und nähert sich dem anfänglichen Kohlensäuregehalt von 0,0936 Volumprozent. Durch die Feldwirkung trat eine Separierung der Kohlensäure im Glaszylinder ein. Die fortlaufende Luftprobeentnahme bewirkte eine langsame Erneuerung mit Frischluft. Das Zurückhalten der dissoziierten Kohlensäure an der positiven Elektrode mußte daher zu einer Anreicherung der CO_2 -Atmosphäre des Glaszylinders führen, was in den letzten Kontrollmessungen sehr deutlich zum Ausdruck kommt. Die mit den weiteren Messungen verbundene Durchlüftung führt, nach Ausschalten des Stromes, wieder zu einer langsamen Annäherung des Kohlensäuregehaltes des Zylinders an denjenigen der Außenluft. Damit hatten die in Tabelle I aufgeführten Abweichungen der Kontrollmessungen ihre Begründung gefunden.

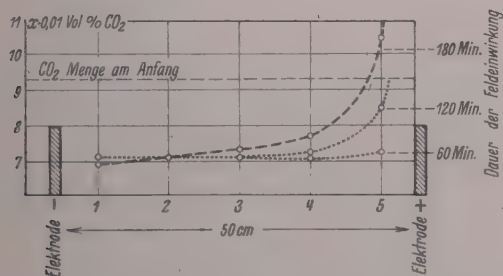


Abb. 24.

Räumliche Verteilung der CO_2 längs der Zylinderachse.

Um von der Verteilung der Kohlensäureatmosphäre im Zylinder ein richtiges Bild zu bekommen, untersuchte ich atmosphärische Luft bei einem mittleren relativen Feuchtigkeitsgehalt von 56%. Dank der längs der Zylinderwand angebrachten fünf Öffnungen konnte die Luftprobeentnahme ohne Störung der Luftsäule durchgeführt werden. Die Messungen erfolgten in Intervallen von 12 Minuten. Wir konstatierten eine mit der Zeit fortlaufende Zunahme der Kohlensäure, die am positiven Pol beginnt, sich verstärkt und langsam gegen den negativen Pol hin sich anreichert.

Wir dürfen diese Ausführungen nicht abschließen, ohne noch des Phänomens der „Elektronenaffinität“ des CO_2 -Moleküls Erwähnung getan zu haben (vergl. Kap. I). Die Feldstärke zwischen den beiden runden, scheibenförmigen Elektroden — alle scharfen Kanten und Spitzen wurden geflissentlich vermieden — ließen keine Ionen-, besonders Elektrodenzerstreuung zu und führte damit zu einer absolut homogenen, gleichmäßigen Feldwirkung. Wiederholte Kontrollen mit Hilfe eines dazwischen geschalteten Elektrometers brachten regelmäßig eine Bestätigung obiger Annahme. Absolut ließ sich natürlich eine Aufladung des CO_2 -Moleküls mit negativer Elektrizität nicht vermeiden; denn innerhalb der Luftsäule müssen wir mit beständigen Zirkulationsströmungen rechnen, die das Gasgemisch mit den Elektroden in Berührung bringt. Ein großer Einfluß scheint jedoch in diesen Versuchen dem mit negativer Elektrizität behafteten CO_2 -Moleküle nicht zuzukommen, sonst käme dieses in den Meßresultaten zum Ausdruck.

Zum Abschluß dieser vorerst rein physikalischen Untersuchung zur Elektrokultur wurde an Stelle der metallenen positiven Elektrode $\text{Ba}(\text{OH})_2$ verwendet. Zur Kontrolle erfolgte die Aufstellung eines zweiten separaten Zylinders, auf dessen Grund sich ebenfalls eine Schale mit 30 ccm $n/4$ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ befand. Nach 2 Stunden 20 Minuten ließ sich im Bariumhydroxyd des ersten Versuchszylinders bereits eine Trübung feststellen, die im andern Gefäß nach 6 Stunden noch nicht auftrat. Gleichzeitig vorgenommene Kohlensäurebestimmungen der Zylinderatmosphäre ergaben die vorauszusehende Tatsache, daß eine Zunahme der Kohlensäure um die als positive Elektrode ausgebildete Schale mit Bariumhydroxyd, ähnlich der in Tabelle IV gezeigten, nicht eintrat. Ich bin mir natürlich der Unexaktheit dieser Methode wohl bewußt, warum ich auch die nachher erhaltenen gewichtsanalytischen Mengen der durch das $\text{Ba}(\text{OH})_2$ gebundenen Kohlensäure nicht aufführe. Mit

den unvermeidbaren Luftströmungen wird naturgemäß auch die nicht der Feldeinwirkung unterworfenen Kohlensäure in Berührung mit dem Bariumhydroxyd gebracht und gebunden. Für unsere Zwecke genügt die rein makroskopische Feststellung, daß im Bariumhydroxyd des Versuchszyinders schon nach 2 Stunden 20 Minuten eine deutlich sichtbare Trübung eintrat, während bei demjenigen des Kontrollzyinders sich keine derartige Feststellung machen ließ.

e) Versuchsergebnisse und Schlußfolgerungen.

Zusammengefaßt sei kurz folgendes gesagt:

Rund 20% der Kohlensäure in der atmosphärischen Luft unterliegt der elektrischen Feldeinwirkung. Maßgebender Einfluß kommt dabei der Luftfeuchtigkeit zu. Das Wassertropfen dient einem Teil der Kohlensäure als Lösungsmittel, von der wieder ein Teil dissoziiert. Kohlensäure in trockener Luft unterliegt, solange sonst keine Ionisierung eintritt, nach den Versuchsergebnissen kaum der elektrischen Feldeinwirkung. Sonst scheint dem Feuchtigkeitsgehalt keine bestimmende Rolle für die Verschiebung obiger Prozentzahl zuzukommen, da die Werte zwischen Versuch I und II nur unwesentlich voneinander abweichen. Die Versuchsergebnisse führen zu folgender biologisch interessanten Frage: Obwohl in hoch ionisierter Luft bei einer positiven Feldrichtung zwischen Luftleiter und Erde die Kohlensäureatmosphäre der unmittelbar die Blattoberfläche berührenden Luftschicht nur $\frac{4}{5}$ der übrigen Kohlensäuredichte aufweist, zeigen bisher alle mit einem Mehrertrag abgeschlossenen Elektrokulturversuche diese Feldverhältnisse. Damit ist der Beweis erbracht, daß der Mehrertrag bei der Elektrokultur sich nicht auf ein Kohlensäureproblem zurückführen läßt (vergl. Kap. VI).

VII. Der Einfluß des elektrischen Feldes auf die Transpiration und auf die Wasserstoffionen-Konzentration und den Aschengehalt der Pflanzen.

Galten unsere Untersuchungen in den früheren Kapiteln vorwiegend elektro-physikalischen und elektro-chemischen Fragen auf dem Gebiete der Elektrokultur, wobei eigentlich die Pflanze nur mittelbar in den Bereich unserer Erörterungen hineingezogen wurde, so gilt es nun, dieselbe in ihrem elektro-physiologischen Verhalten

näher zu studieren. Wir lassen dabei bewußt den reizphysiologischen Teil (vergl. Kap. II) außerhalb unserer Untersuchungen und befassen uns mit den viel näher liegenden Problemen der Transpiration, dem Verlauf der Wasserstoffionen-Konzentration der Nährlösungen und des Pflanzensaftes sowie dem Aschengehalt der einer elektrischen Feldeinwirkung unterworfenen Pflanzen.

1. Der Einfluß auf die Transpiration.

Die Versuche über den Einfluß hochleitfähiger Luft auf die Transpiration führten wir mit Tabakpflanzen in Pfefferscher Nährlösung durch. Anschließend untersuchten wir auch die Verschiebungen in der Wasserstoffionen-Konzentration. Als Versuchsgefäße gelangten Akkumulatorengläser zur Verwendung, die mit einem Holzdeckel verschlossen wurden. Die Durchführung der Pflanzenwurzel erfolgte durch ein rundes Loch im Deckel. Ein Agarpfropfen sorgte für Halt und Abschluß. Eine zweite mit einem Korkpfropfen verschlossene Öffnung gestattete die Probeentnahme und das Nachfüllen der Gefäße mit Wasser oder Nährlösung. Zudem wurde die Außenwand des Gefäßes mit einer Staniolhülle versehen. Ein Transpirationsversuch dauerte 24 Stunden. Während dieser Zeit blieb also die Hochspannung beständig eingeschaltet. Die Bestimmung der transpirierten Flüssigkeitsmenge erfolgte durch eine mittelbar vor- und nachher durchgeführte gewichtsanalytische Messung. Kontroll- und Versuchspflanzen wurden auf der Gartenterrasse des Pflanzenphysiologischen Institutes unter sonst gleichen Insulations-, Wind- und Temperaturverhältnissen aufgestellt. Von einer Durchführung der Transpirationsversuche in einem geschlossenen Raum haben wir bewußt abgesehen. Wasseraufnahme und Verdunstung werden dabei durch die künstlich beeinflussten Witterungselemente, wie Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt und Luftströmungen maßgebend verändert. Es wurde von Anfang an darauf Gewicht gelegt, daß Versuchs- und Kontrollpflanzen in bezug auf Aussehen und Blattoberfläche einander möglichst entsprachen. Zudem lösten sich zur Überprüfung der Ergebnisse der ersten Versuchsserie die Kontroll- und Versuchspflanzen mit ihren ursprünglichen Nährlösungen in einem Zyklus ab. Zur besseren Übersichtsgestaltung in den Tabellen führen wir nur die absoluten verdunsteten Wassermengen auf.

Transpirierte Wassermenge von Tabakpflanzen in 24 Stunden

Juni 1930	Kontrolle		Negativer Luftleiter		Positiver Luftleiter	
	Gefäß 1	Gefäß 2	Gefäß 3	Gefäß 4	Gefäß 5	Gefäß 6
1.—2.	7,6	5,8	6,7	6,9	8,4	8,8
2.—3.	6,8	5,2	5,9	5,8	8,1	8,0
3.—4.	5,9	4,1	5,6	5,2	7,4	7,8
5.—6.	8,1	6,2	7,3	8,1	9,7	9,5
	Gefäß 3	Gefäß 4	Gefäß 5	Gefäß 6	Gefäß 1	Gefäß 2
7.—8.	5,8	6,1	6,2	6,1	9,7	6,9
9.—10.	6,0	5,7	6,5	6,0	8,6	7,3
10.—11.	6,9	7,1	7,5	6,9	9,7	7,9
11.—12.	5,4	5,2	6,7	6,3	8,5	7,0
	Gefäß 5	Gefäß 6	Gefäß 1	Gefäß 2	Gefäß 3	Gefäß 4
12.—13.	6,3	6,5	6,7	5,5	7,5	7,0
15.—16.	5,2	6,4	6,9	4,7	8,0	8,3
18.—19.	5,9	5,3	7,0	3,4	7,2	8,5
20.—21.	5,1	6,8	6,0	4,2	6,9	8,9

Damit wir die mittleren täglichen Mengen des verdunsteten Wassers, der unter den verschiedenen elektrischen Bedingungen transpirierenden Pflanzen bekommen, addiere ich die Hauptvertikal-kolonnen obiger Tabelle und dividiere durch die doppelte Anzahl Versuchstage:

Kontrolle	Negativer Luftleiter	Positiver Luftleiter
6,01 g	6,17 g	8,15 g

Die Messungen bringen den Beweis, daß die Transpiration bei einer positiven Feldwirkung zur Erde sich erhöht. Die umgekehrte Feldwirkung, obwohl die Leitfähigkeit der Luft dadurch ebenfalls erhöht wird, scheint dagegen nach diesen Versuchen keine Vermehrung der Transpiration zur Folge zu haben. Die Transpirationszunahme bei hellem Wetter konnte allerdings nicht in dem Maße beobachtet werden wie bei Lipperheide (35). Möglicherweise darum, weil unsere Versuche im Freien, die andern dagegen im abgeschlossenen Raum stattfanden.

Vergleichen wir die Feststellungen über die Ionenaffinität (Kap. III) mit obigen Versuchsergebnissen, so finden wir darin die

theoretische Erklärung für die Transpirationszunahme ausgedrückt. Die ausgezeichnete Elektronenaffinität des Wasserdampfes schafft unter der Voraussetzung, daß der Luftleiter positiv und die Pflanze negativ aufgeladen ist, optimale Transpirationsbedingungen. Nehmen wir ein Blatt, das sich in höchster Assimilationstätigkeit befindet, so ist für den Umfang der Assimilation insofern eine Grenze gesetzt, als die dabei freiwerdenden Wassermengen erst verdunstet werden müssen. Es wird sich vermutlich in der Intensität der Assimilation ein gewisser Gleichgewichtszustand einstellen, der einerseits abhängig ist von der zugeführten Sonnenenergie und andererseits von der Menge verdunstenden Wassers. Eine Erhöhung der Assimilation über einen gewissen Grad hinaus kann wohl zu einer Verschließung der Spaltöffnungen führen, was automatisch den Zutritt der Kohlensäure zum Assimilationsgewebe verlangsamt. In gleicher Weise wie der Wasserdampf besitzt auch die Kohlensäure Elektronenaffinität.

Aufschlußreich ist es, ebenfalls die Lage der Wasserspalten mit diesen Verhältnissen in Verbindung zu bringen. Diese befinden sich vorherrschend an der Spitze des Blattes, dem Ort der intensivsten Ionenzerstreuung. Dies ist ein besonders begünstigendes Moment für die Erhöhung der Transpiration.

2. Der Einfluß auf die Reaktion der Nährlösung.

Die Messungen über die Verschiebung in der Wasserstoffionenkonzentration der Nährlösungen wurden in Fortsetzung der vorgängig behandelten Transpirationsversuche durchgeführt. Die Zusammensetzung der Nährlösung erfolgte nach den Angaben von Pfeffer. Abweichend davon wurde jedoch nicht destilliertes Wasser, sondern gewöhnliches Leitungswasser aus der städtischen Wasserversorgung verwendet. Kontrollmessungen erbrachten beim letztern eine viel größere Konstanz des pH als beim destillierten Wasser, dessen Werte häufig eine stark ins Gewicht fallende Azidität aufwiesen. Die pH-Werte des Leitungswassers variierten dagegen unwesentlich zwischen 7.03 und 7.09. Ein weiterer ausschlaggebender Vorteil lag ferner in seiner günstigen Pufferwirkung. Dieses Verhalten des aqua fontane muß dem Kalkgehalt sowie der darin gelösten Kohlensäure zugeschrieben werden. Die relativ große Pufferung des Leitungswassers als Lösungsmittel für die Nährlösung verschaffen ihm bei der ohnehin sehr schwachen Salzkonzentration eine bemerkenswerte Stabilität in der Wasserstoff-

ionen-Konzentration. Eine Eigenschaft der Nährlösung, die bei den Tage und Wochen andauernden Versuchen sehr erwünscht ist. Die Regelmäßigkeit im pH-Verlauf müssen wir daher direkt diesem Umstande zuschreiben.

Bei unseren Versuchen kann es sich natürlich nicht darum handeln, die Verschiebung in der Wasserstoffionen-Konzentration im Verlaufe des vier Wochen andauernden Versuches in Beziehung mit der Ursache der Ionenaufnahme zu betrachten. Uns interessiert in erster Linie das Verhalten der Pflanze resp. ihrer Nährlösung in Abhängigkeit zur elektrischen Feldrichtung:

Die Verschiebung der Wasserstoffionenkonzentration
der Nährlösung in pH.

I. Kontrolle		II. Negativer Luftleiter		III. Positiver Luftleiter	
Gefäß 1	Gefäß 2	Gefäß 3	Gefäß 4	Gefäß 5	Gefäß 6
6,92	6,83	6,90	6,86	6,58	6,59
6,93	6,80	6,92	6,91	6,59	6,61
6,97	6,81	6,95	6,90	6,56	6,55
6,91	6,79	6,94	6,95	6,49	6,51
6,88	6,80	6,92	6,97	6,52	6,50
6,79	6,82	6,90	6,85	6,38	6,49
6,75	6,70	6,84	6,92	6,30	6,42
6,65	6,73	6,88	6,85	6,28	6,35

Die Veränderungen des pH in den drei Versuchsgruppen sind grundsätzlicher Art. Sowohl die Nährlösung der Kontrollen als ganz besonders derjenigen der unter einer positiven Feldwirkung gestandenen Kulturen machen einen fortlaufenden Versäuerungsprozeß durch. Das pH der Nährlösungen der unter einer negativen Feldwirkung gestandenen Kulturen weist dagegen für die ganze Dauer der Versuche überhaupt keine ins Gewicht fallende Verschiebung auf.

Ergaben unsere fortlaufenden Messungen über den Verlauf des pH in ganz besonderem Maße bei Versuchsgruppe III, positives Luftfeld, eine deutliche Verschiebung zur Azidität hin, so sei hier doch ausdrücklich festgestellt, daß diese in keiner Weise äquivalenten Mengen der tatsächlich von der Pflanze aufgenommenen Nährsalzionen entsprechen muß. Ja selbst dort, wo die Ionenaufnahme mit der pH-Veränderung parallel geht, letztere mehrmals

eine Größenordnung erreicht, die der Mehraufnahme von Kationen oder Anionen entspräche. Die Dissoziationskonstante des Wassers bei 18° C beträgt $0,73 \cdot 10^{-14}$, d. h. es sind $0,86 \cdot 10^{-7}$ g oder 0,000086 mg äquivalente H-Ionen und ebensoviele mg äquivalente OH-Ionen im Liter anwesend. Kann sich das pH verschieben, so bleibt das Produkt $[H^+] \cdot [OH^-]$ konstant. Wie schon Mevius (38) anführte, werden innerhalb des pH-Bereiches von etwa pH 3 bis pH 9 nicht einmal Milliäquivalente H- und OH-Ionen erreicht. Überhaupt müssen wir uns immer vergegenwärtigen, daß das pH der negative Exponent der Wasserstoffionenkonzentration C_H darstellt. Ein lineares Steigen bzw. Fallen des pH führt daher keine lineare Veränderung der Konzentration der H- bzw. der OH-Ionen mit sich, weil das pH nicht die Wasserstoffionenzahl selbst, sondern deren negativer Logarithmus ist. Trotzdem also die H- bzw. OH-Ionenkonzentrationen mit einer pH-Einheit um das Hundertfache fallen bzw. steigen, sind die absoluten Mengen außerordentlich gering, und ein beobachtetes Fallen oder Steigen des pH bei einseitiger Ionenaufnahme geht mit der äquivalenten Aufnahme bzw. Abgabe von H- oder OH-Ionen nicht parallel. Große Differenzen des pH innerhalb des biologischen Bereiches müssen daher im Grunde genommen nur kleine absolute Verschiebungen der H^+ -OH $^-$ -Mengen im Gefolge haben. Ein nicht unwesentlicher Einfluß kommt dann ebenfalls in ihrer Wirkung auf die pH-Verschiebung der Pufferung der Lösung, wie den Konzentrationen im allgemeinen zu. Wie Pirschle und Mengdehl (43) nachweisen, unterliegt das Verhältnis der von der Pflanze aufgenommenen OH-Ionen zu den H-Ionen einer stetigen Veränderung sowohl nach der Zeit als ganz besonders auch nach den verfügbaren Mineralsalzen in der Nährlösung, also nach ihrer Konzentration. Aber auch anderen Forschern wie Mevius, Pirschle (42), Kappen (28) u. a. gelang es nicht, zwischen der Verschiebung der Wasserstoffionenkonzentration in der Nährlösung und der Menge aufgenommener Ionen durch die Pflanze ein Äquivalentverhältnis zu finden. Der Ionenaustausch als Folge des normalen luftelektrischen Vertikalstromes führt naturgemäß zu einer vermehrten Ausscheidung von H-Ionen an der Wurzel. Allerdings ist die Forschung über die Rolle, die den H- und OH-Ionen der Pflanze wegen ihrer schweren Permeierbarkeit als Austauschionen zukommt, noch geteilter Meinung. Vergleichen wir die über die ganze Dauer des Versuches sich gleichbleibenden Wasserstoffionenkonzentrationen der Versuchs-

gruppe II mit dem pH von III, so könnte man mit einiger Berechtigung vermuten, daß die Behauptung über das schlechte Permeieren wohl für die OH-Ionen, nicht oder weniger für die H-Ionen zutrifft (57). Da wir aber die Pufferwirkung der Nährlösung nicht kennen, so läßt sich nichts Bestimmtes darüber aussagen. In bezug auf die mögliche Ausscheidung der H-Ionen läßt sich nur noch sagen, daß das Aufschließen der mineralischen Nährstoffe und ihre Überführung in eine für die Pflanze aufnahmefähige Form in wirksamster Weise durch Ausscheidung von Säuren aus den Wurzeln, besonders von CO_2 , erfolgt. Dabei soll auch die hydrolytische gesteinsaufschließende Wirkung des Wassers erwähnt werden. H-Ionenabsonderung als Folge der natürlichen elektrischen Feldwirkung kommt auch hier in Betracht.

3. Der Einfluß auf die Wasserstoffionenkonzentration des Pflanzensaftes.

Beim vorhergehenden Abschnitt konnten wir mit Interesse feststellen, wie die Nährlösung der elektrisierten Pflanzen im Laufe der Zeit bei einer positiven Feldwirkung allmählich saurere Werte annimmt. In diesem Abschnitt suchen wir Aufschluß zu erhalten über die Reaktionsverhältnisse der Pflanzenpreßsäfte. Damit verlassen wir die den Pflanzenkörper umhüllenden Medien und dringen in die Pflanze selbst ein.

Um uns von vornherein ein klares Bild von der Versuchsmethode zu machen, sei vorerst kurz auf diese selbst eingegangen. Durch das Auspressen krautiger Pflanzenorgane (vorwiegend Blätter und junge Stengelpartien) erfolgt eine Vernichtung der Zellstruktur und damit die Bloßlegung der Plasmamassen. Diese bleiben auch außerhalb des Zellverbandes noch eine Zeitlang am Leben, atmen, setzen also Stoffe um. Da sie in unmittelbarer Berührung mit dem Luftsauerstoff stehen, ist die Oxydation eine viel intensivere. Das Herauspressen des Pflanzensaftes stellt gegenüber dem Leben der Pflanze den denkbar größten Eingriff dar, durch den der normale Chemismus des Pflanzensaftes und seine Reaktionsverhältnisse nicht unerheblich beeinflußt werden. Die pH-Messungen dürfen wir daher nur relativ bewerten, und auch so halten wir auf eine strenge Methodik bei der Gewinnung des Preßsaftes. Besonders zwischen dem Moment des Auspressens und dem Zeitpunkt der Ausführung der Messungen wurde durchgehend ein Zeitunterschied von einer halben Stunde eingehalten. Preßsäfte, die über 2 Stunden

aufgestellt wurden, zeigten gegenüber der ersten Messung meist eine wesentliche Abweichung.

Besondere Aufmerksamkeit mußte auch auf die Gleichaltrigkeit des Materials gelegt werden, wie junge und alte Blätter, dann ebenfalls auf die zu verwendenden Organe überhaupt. Schon Gustafson (16) zeigte, daß ältere Blätter höhere pH-Werte aufweisen als junge Blätter.

Unsere Untersuchungen über die Reaktionsverhältnisse der Pflanzensäfte wurden mit *Vitis vinifera* sowie *Solanum lycopersicum* durchgeführt. Die Feldeinwirkung erfolgte während einer ganzen Vegetationsperiode. Die pH-Messungen wurden dagegen nur während des Monats August 1931 durchgeführt. Der Luftleiter ist wie bei allen übrigen Feldversuchen positiv aufgeladen. Die pH-Messungen selbst wurden elektrometrisch durchgeführt. Zur Verwendung gelangten Mikrogläser. Diese gestatteten noch mit Preßsaftmengen von 2—300 cmm absolut einwandfreie Resultate. Das Material zum Auspressen bestand, wie erwähnt, ausschließlich aus jungen Blättern und Trieben. Die Blattproben wurden jeweils morgens und abends gepflückt und die Vorbereitungen und Messungen in oben beschriebener Weise durchgeführt. In nachstehender Tabelle sind die pH-Werte dieser Messungen eingetragen:

August 1931	Tageszeit	<i>Vitis vinifera</i>			<i>Solanum lycopersicum</i>		
		Versuch pH	Kontrolle pH	Differenz pH	Versuch pH	Kontrolle pH	Differenz pH
10.	morgens	3,63	3,39	0,24	5,59	5,37	0,22
	abends	3,96	3,71	0,25	6,30	6,00	0,30
13.	morgens	3,91	3,68	0,23	5,61	5,37	0,24
	abends	4,07	3,84	0,23	6,51	6,26	0,25
14.	morgens	3,79	3,51	0,28	5,97	5,74	0,23
	abends	4,12	3,89	0,23	7,14	6,92	0,22
17.	morgens	3,67	3,45	0,22	5,70	5,29	0,31
	abends	3,99	3,78	0,21	6,98	6,71	0,27

Was ohne weiteres beim Vergleich als bemerkenswert in die Augen springt ist, das Folgende:

1. Im Durchschnitt der Messungen ist der Preßsaft bei der Rebe um volle 2 pH saurer als bei der Tomate. Die geringe Azidität bei den Solanaceen scheint überhaupt Familienmerkmal zu sein. Und entsprechend verhalten sich auch die Ansprüche

gegenüber dem Boden. Liebt die Rebe einen kalkreichen Boden als Standort, so zieht z. B. die Kartoffel wie auch die Tomate saure Bodenreaktion schon im Hinblick auf eine größere Widerstandskraft gegenüber Krankheiten vor (Schorf usw.). Es hat den Anschein, als ob in diesem entgegengesetzten Verhalten der optimalen Aziditätsverhältnisse des Pflanzensaftes und des Bodens lebenswichtige Wechselbeziehungen bestünden.

2. Betrachten wir den Reaktionsverlauf der Versuchs- und Kontrollpflanzen für sich, so fällt die durchgehend geringere Azidität der ersteren gegenüber den letzteren auf. Am bemerkenswertesten ist dabei die Konstanz im Unterschied des pH, und zwar nicht nur innerhalb derselben Art, sondern bei beiden Versuchspflanzen. Bevor wir uns über dieses Ergebnis näher äußern, wollen wir uns

3. über den täglichen Verlauf der Azidität kurz aussprechen. Bei Kontrollen und Versuchspflanzen nimmt die Azidität im Laufe

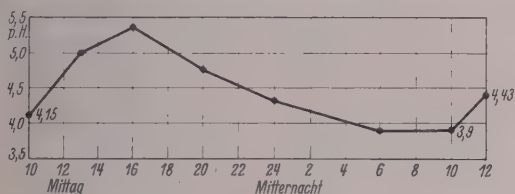


Abb. 25. Täglicher Verlauf der Wasserstoffionenkonzentration in *Bryophyllum* (nach Gustafson).

des Tages ab, nähert sich dem Neutralpunkte, ja bei *S. lycopersicum* ergibt eine Messung bei den Versuchspflanzen einen deutlichen alkalischen Wert. Die täglichen Unterschiede in der Wasserstoffionenkonzentration weisen dabei ganz beträchtliche Werte auf, und absolut gemessen, vermögen sie die Einflüsse der elektrischen Feldeinwirkung besonders bei Tomaten um einen 5—6 fachen Betrag zu überdecken. Weniger bei *Vitis vinifera*, wo der tägliche Unterschied ebenfalls eindeutig ausfiel, aber der Spielraum in der Wasserstoffionenkonzentration in engeren Grenzen blieb. Schon Gustafson fand einen ähnlichen täglichen Verlauf des pH in *Bryophyllum calicinum* (46).

Im weiteren fand Gustafson eine Abhängigkeit des täglichen Reaktionsverlaufes von den äußeren Witterungseinflüssen, besonders ob Sonnenschein oder Nebel herrschte. Prof. Jaccard bringt den Reaktionsverlauf in direkten Zusammenhang mit der Intensität der Assimilation.

Vergleichen wir den in seinen täglichen Minimal- und Maximalausschlägen unregelmäßigen Verlauf der Wasserstoffionenkonzentration der Kontrollpflanzen mit dem konstanten alkalischen Meßzuschlag von 0,2—0,3 pH bei den Versuchspflanzen, so taucht ohne weiteres die Gewißheit auf, daß wir es hier mit zwei sich überdeckenden Vorgängen zu tun haben. Je tiefer wir in den Lebenshaushalt der Pflanze eindringen, um so mehr überrascht uns der hoch entwickelte differenzierte Bau ihrer Organe und deren physiologische Funktionen. Auf unsere früheren Versuchsergebnisse und Überlegungen aufbauend, trennen wir scharf zwischen den Wasserleitungsbahnen und dem eigentlichen Assimilationsgewebe.

Die Wasserleitungsbahnen mit der langsam aufsteigenden Wassersäule und den in ihr enthaltenen Elektrolyten, den Mineralstoffen sowie eventuell hydrophiler Kolloide sind die Träger der Ionen und vermitteln zur Hauptsache den Ladungsausgleich. Wie die künstliche elektrische Feldwirkung den natürlichen Ionenhaushalt des Nährsalzaufstieges schon rein physikalisch beeinflusst, haben wir im einleitenden Kapitel behandelt. Wir haben dort gezeigt, daß bei einem positiv geladenen Luftleiter zur Erde schon rein durch die dadurch bedingte Auswahl der Elektrolyte eine Verschiebung der Wasserstoffionenkonzentration der aufsteigenden Wassersäule erfolgen muß. Berücksichtigen wir noch die außerordentlich geringen Wasserstoffionenkonzentrationen, so können schon geringe Veränderungen das pH merklich verschieben. Die Versuche haben unsere Vermutungen bestätigt. Die Meßergebnisse haben daher gleichzeitig auf ein wichtiges physikalisches Phänomen hingewiesen, d. h. die amphoteren Elektrolyte und ihre Rolle im Lebenshaushalt der Pflanze. Die ununterbrochene Einwirkung des elektrischen Feldes müßte eine stetige Verschiebung der Reaktion von der Azidität weg zur Alkaleszenz hin im Gefolge haben. Unsere Versuchsmessungen zeigen, daß dem aber nicht so ist. Die Verschiebung macht im Durchschnitt nur 0,25 pH aus, wir wollen sie den Alkaleszenzfaktor nennen. Diese Ergebnisse lassen sich durch zwei Hinweise zusammenfassen:

1. Die Wasserstoffionenkonzentration des aufsteigenden Wasserstromes besitzt eine für die Pflanzen zulässige Variationsbreite zur Alkaleszenz hin, die trotz weiter andauernder elektrischer Einwirkung, was gleichbedeutend mit einer vermehrten Aufnahme von OH-Ionen ist, konstant bleibt.

2. Ein solcher Zustand kann nur möglich sein, wenn andere Einflüsse die Rolle des Ionenausgleiches übernehmen, und das sind die amphoteren Elektrolyte. Es hat den Anschein, daß diese Hormonen ähnlichen Stoffe im Moment, wo die Abweichung der Reaktion vom optimalen, der betreffenden Pflanzenart am meisten zusagenden, Wert erfolgt, durch Abspalten von OH- und H-Ionen die Wasserstoffionenkonzentration innerhalb zusätzlicher Werte reguliert.

Kommen wir wieder zurück zu den außerordentlichen Schwankungen der Wasserstoffionenkonzentration in bezug auf den gesamten Pflanzensaft, so scheint der zulässige Variationsbereich der Reaktion im Assimilationsgewebe innerhalb viel weiterer Grenzen zu liegen als bei den Wasserleitungsbahnen, die bei ihrem bedeutend kleineren elektrischen Widerstand in erster Linie für die Leitung des lufterlektrischen Vertikalstromes in Frage kommen. Schon rein diese Überlegungen öffnen dem Studium der inneren Sekretion im Pflanzenkörper, vor allem dem Wesen und Verhalten der amphoteren Elektrolyte, ein vielversprechendes Untersuchungsgebiet.

4. Der Einfluß der ionisierten Luft auf den P_2O_5 -, K_2O - und Eiweißgehalt der Pflanzen.

Wir beschränken unsere Untersuchungen über das weitläufige Gebiet der Mineralstoffaufnahme von Anfang an auf das Studium dieser wenigen in der Überschrift angedeuteten Teilfragen. Es galt weniger die Mineralstoffaufnahme an sich zu untersuchen, obwohl wir uns unter Zugrundelegung unserer diesbezüglichen Versuchsergebnisse gestatten werden, im Schlußabschnitt dieses Kapitels darauf einzugehen, als vergleichsweise über den Mineralstoffgehalt der Kontroll- und Versuchspflanzen Aufschluß zu erhalten.

Wir wählten die direkte Methode des Mineralstoffnachweises, d. h. wir untersuchten nicht die Nährlösungen auf die Menge der nicht aufgenommenen Nährsalze, sondern wir veraschten eine bestimmte Menge lufttrockenen Pflanzenmaterials und bestimmten einerseits die darin enthaltenen Mengen an zitratlöslicher Phosphorsäure (56) sowie des Kaligehaltes nach Mitscherlich (56). Der Eiweißgehalt wurde über die N-Nachweismethode von Kieldahl (56) berechnet. Daß die Mineralstoffaufnahme der Pflanzen bei hochionisierter Luft tatsächlich größer ist, hat schon Lipperheide mit seinen Versuchen gezeigt, indem er die Nährlösungen eindampfte

und die Summe der Nährsalzrückstände gewichtsanalytisch bestimmte.

Zu unseren diesbezüglichen Untersuchungen standen uns Karotten zur Verfügung, die auf der Versuchsterrasse des Pflanzenphysiologischen Institutes in weiten Trögen während einer ganzen Vegetationsperiode kultiviert wurden.

	Versuch	Kontrolle
Frischgewicht	2690,0 g	2030,0 g
Trockengewicht.	339,0 g	250,5 g
Wassergehalt	2350,4 g	1779,5 g
Trockengewicht in Prozent des		
Frischgewichtes	12,63 %	12,31 %

Wesentlich ist weniger das kaum ins Gewicht fallende relativ größere Trockengewicht als die absoluten, mengenmäßigen Unterschiede zugunsten der elektrischen Pflanzen¹⁾.

Zu den einzeln durchgeführten Mineralstoffanalysen wurden zu je drei Parallelanalysen je 10 g luftgetrocknete Karottenblätter verwendet. Die Durchführung derselben erfolgte nach den aus-

¹⁾ Nach Abschluß der vorliegenden Arbeit ermöglichte das freundliche Entgegenkommen von Herrn Prof. Jaccard die Anlage einer neuen aufschlußreichen Versuchsserie. Diese wurde im Sommer 1932 auf der ausgedehnten Versuchsterrasse des pflanzenphysiologischen Institutes durchgeführt und basierte in ihren Anordnungen auf den Versuchsergebnissen vorliegender Arbeit. Die Spannung wurde auf 30000 Volt (Gleichstrom erhöht und der Luftleiter 50—60 cm von den Vegetationsspitzen entfernt aufgehängt. Zur Unterhaltung einer intensiven Ionenzerstreuung wurde er mit zahlreichen nadelscharfen Spitzen versehen. Als Versuchspflanzen dienten Gerste und Weizen.

Nachfolgend die Ernteergebnisse. Der Ertrag der Versuchsserien ist auf den Ertrag der Kontrollserien bezogen.

	frisch		trocken	
	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch
Weizen	100	108	100	107
Gerste.	100	134	100	136

Der Wasseranteil von Versuchs- und Kontrollpflanzen läßt keine Vergleiche zu. Auffallend ist dagegen besonders bei Gerste die Ertragszunahme der Versuchsserie. Bei Weizen scheinen sowohl die Versuchs- wie Kontrollpflanzen unter der Keimfähigkeit des Saatgutes zu leiden.

Im übrigen können diese Versuche als weitere Bestätigung früherer Versuchsergebnisse gewertet werden.

probierten Methoden gemäß Wiegner „Agrikulturchemisches Praktikum“.

Versuchsserie	Versuch		Kontrolle	
	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅
1	249,7 mg	73,5 mg	246,6 mg	84,9 mg
2	230,6 mg	87,0 mg	243,3 mg	81,4 mg
3	242,1 mg	82,8 mg	238,5 mg	70,0 mg

Den Stickstoffgehalt betrachten wir am besten in seiner Beziehung zum pflanzlichen Eiweiß und drücken denselben in Prozenten zum Trockengewicht aus.

	Versuch	Kontrolle
Wassergehalt der lufttrockenen		
Karottenblätter	12,15 %	10,4 %
Eiweißgehalt 1	7,74 %	7,78 %
Eiweißgehalt 2	7,35 %	7,25 %
Eiweißgehalt 3	7,89 %	7,80 %

Wesentliche Unterschiede im Mineralstoffgehalt zwischen Versuchs- und Kontrollpflanzen zeigen die Analysenresultate nicht. Wohl ergaben die im elektrischen Feld gewachsenen Karotten, gemessen am Trockengewicht, gegenüber den Kontrollen einen Mehrertrag von 25,5 %. Eine Vergrößerung der Mineralstoffaufnahme scheint sich dabei weniger in einer Anreicherung je Gewichtseinheit Pflanzenkörper auszudrücken als in einer vermehrten Neuproduktion an pflanzlicher Substanz überhaupt. Lipperheide analysierte den Mineralstoffgehalt in der Pflanze zwar nicht, er konstatierte dagegen ebenfalls eine Vergrößerung der Blattoberfläche und des Trockengewichtes bei den Versuchspflanzen (34):

	Blattoberfläche	Trockengewicht
Kontrolle	21,18 qcm	0,6147 g
Versuch	40,89 qcm	1,0856 g

Zur abschließenden Charakterisierung, daß sich die vermehrte Ionenaufnahme in einer Substanzanreicherung des Pflanzenkörpers ausdrückt, soll folgendes Ernteergebnis an Tomaten dienen. Der Luftleiter besteht aus positiv aufgeladenen Stacheldrahtringen über den einzelnen Tomatenpflanzen.

	Versuch	Kontrolle
	4 Tomatenstöcke	4 Tomatenstöcke
Pflanze und Früchte . . .	7,295 kg	5,920 kg
Stauden ohne Früchte . . .	3,430 kg	3,450 kg
Früchte	3,865 kg	2,470 kg
Anzahl reife Früchte . . .	52 Stück	27 Stück
Anzahl unreife Früchte . .	46 „	38 „
Total der Früchte	98 Stück	65 Stück
Durchschnittliches Gewicht		
je Frucht	38,3 g	38,6 g

Die Versuchspflanzen weisen wohl einen viel größeren Fruchtansatz auf, das durchschnittliche Einzelfruchtgewicht bleibt aber das gleiche. Die Tomatenstöcke wurden über die ganze Vegetationsdauer einzeln in Töpfen gezogen. Eine Freilandkultivierung wäre der Allgemeinentwicklung wohl förderlicher gewesen und hätte, wenn auch kaum den Fruchtansatz, so doch die Größenausbildung der Früchte beeinflußt.

Das nämliche Gewicht der Stauden ist eine Zufälligkeit.

5. Schlußfolgerungen.

Der beschränkte Rahmen unseres Versuchsprogramms ließ uns von Anfang an keine abschließenden Resultate in bezug auf die qualitative und quantitative Ionenaufnahme der Pflanze erwarten. Wohl brachten sie abklärende Teilergebnisse im besonderen über die Transpiration, die Reaktionsverschiebungen des pH in der Nährlösung und im Pflanzenpreßsaft, sowie Einblick in den Mineralstoffgehalt der unter den verschiedenen luftelektrischen Bedingungen gewachsenen Pflanzen.

Offen steht noch die Frage über die eigentliche Mechanik der Ionenauswahl. Der Umstand, daß die Leitung der aus dem Boden aufgenommenen Stoffe vorwiegend durch die toten Zellröhren der Gefäße erfolgt, spricht nicht dagegen, ein gewisses chemisches und elektrolytisches Wahlvermögen der Zelle anzunehmen, da die Substanzen mindestens durch mehrere Zellschichten hindurchgehen müssen, ehe sie in die Leitungsbahnen gelangen. Die an die Zone der Wurzelhaare angeschlossenen Zellagen, ganz besonders aber die Endodermiszellen, üben ein wichtiges qualitatives und quantitatives Wahlvermögen aus. Aber auch an den Konzentrations-

bereich des Protoplasmas dieser Zellen müssen erhöhte Anforderungen gestellt werden, was wiederum nach der gegenwärtigen Erkenntnis eine starke Pufferung des Zellsaftes voraussetzt. Ebenso zeigt der osmotische Wert zwischen dem Wasserleitungs-gewebe und den an das Wurzelhaar angeschlossenen Zellen meistens einen ganz wesentlichen Unterschied, ja Ursprung (55) spricht direkt von einem „Endodermisprung“. Es ist das Nächstliegende, diese Rolle der Gegenwart amphoterer Elektrolyte zuzuweisen, die in der Lage sind, durch eine wahlweise Abgabe von H- und OH-Ionen die Wasserstoffionenkonzentrationen des Plasmas innerhalb letaler Grenzen zu erhalten. Ob der Puffer allen aufzunehmenden Nährstoffkonzentrationen gerecht zu werden vermag, ist eine offene Frage, und möglicherweise läßt sich der starke Wechsel in den eigentlichen aktiven Saugpartien der Wurzel, bis zu einem gewissen Grade, mit der aus obigen Ausführungen herzuleitenden kurzen Lebensdauer dieser Zellpartien erklären.

Das Wahlvermögen, welches die Mizellarstruktur der Zellmembran und vor allem die Plasmahaut der eindringenden Außenlösung entgegenstellt, dürfte nach heutiger Ansicht wiederum dem Umladevermögen der Zellkolloide zuzuschreiben sein, wobei Hand in Hand eine Veränderung des elektrischen Zellpotentials einhergeht. Über die Größe und die Richtung der innerhalb der Zelle sich abspielenden elektrischen Ladungsvorgänge und Konzentrationsverschiebungen ist man noch getrennter Meinung, es ist wünschenswert, daß dem Studium dieser Fragen in Zukunft vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Auch den Interzellularen ist nach Nathansohn (40) für den anorganischen Stoffkreislauf in der Pflanze ein elektives Festhalte- und Ausscheidungsvermögen für gewisse Mineralstoffe zuzuschreiben. Wie bei Pirschle und Mengdehl (43) bei ihren Versuchen über die Ionenaufnahme aus Salzlösungen eine äquivalente Aufnahme von Kationen und Anionen aus den Nährlösungen nicht zu beobachten war, so haben auch unsere Versuche nur eine Bestätigung ihrer Ergebnisse gebracht. Daraus dürfte die Feststellung für eine Aufnahme der Mineralien in Ionenform und nicht in Molekülform resultieren.

Auf alle Fälle müssen wir in bezug auf die Salzaufnahme Pantarelli (41) zustimmen. „Die elektrokapillare Ionenadsorption aus stark verdünnten Lösungen stellt den normalen Mechanismus der Salzaufnahme dar und wird vom unversehrten Plasma ent-

sprechend reguliert. Der osmotische Durchgang der Salzmoleküle ist ein pathologischer Absorptionsmechanismus, welcher bei hohen Grenzkonzentrationen außerhalb des Regulationsvermögens einsetzt.“

VIII. Praktische Nutzenanwendung der Elektrokultur.

Versuchsprogramm und Durchführung der Versuche nahmen von Anfang an weniger Rücksicht auf die Bedürfnisse einer späteren praktischen Nutzenanwendung der Elektrokultur. Sie dienten vielmehr der Erforschung der elektrochemischen und elektrophysiologischen Vorgänge in der Phytosphäre und in der Pflanze bei Gegenwart hoch leitfähiger Luft. Obwohl unsere Versuche in mehr als einer Richtung abklärende Ergebnisse gezeitigt haben, so wäre es bei der außerordentlichen Kompliziertheit der Probleme, die sich namentlich in einer Überdeckung zahlreicher Einzelvorgänge äußern, verfrüht, uns über zukünftige praktische Erfolgsaussichten der Elektrokultur in abschließender, positiver oder negativer Form festzulegen. In diesem Sinne können wir uns nur dem schon von P. Jaccard an die Praxis gerichteten Worte anschließen (21 u. 22), „daß wohl die künstliche Elektrisierung der Kulturen imstande ist, in der Mehrzahl der Versuche die Erträge zu steigern, daß wir aber die Landwirtschaft vor verfrühten Hoffnungen warnen müssen.“ Ein Mehrertrag garantiert an sich noch nicht den wirtschaftlichen Erfolg der Kulturmethode, eine Tatsache, die ganz besonders auch bei der Elektrokultur zutrifft. Die Apparaturen und der Betrieb verlangen große Aufwendungen, und solange es nicht gelingt, durch die Versuchsgestaltung bestimmten Einfluß auf die Größe und Richtung des Mehrertrages zu erlangen, solange haben wir den zukünftigen praktischen Erfolgsaussichten der Elektrokultur mit einiger Reserve zu begegnen. Dabei muß im Interesse einer allseitigen Abklärung der durch die Laboratoriumsversuche erhaltenen Resultate der groß angelegten Freilandkultur wieder vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt werden. Nur diese liefert uns unabhängig von störenden Laboratoriumseinflüssen die Beweise für die Richtigkeit der auf Grund früherer Versuche erhaltenen Ergebnisse und daraus gezogener Schlußfolgerung.

Um die Praxis vor übereilten Versuchen zu warnen, sei hier die Feststellung gemacht, daß die Freilandkulturen wohl im Interesse einer vermehrten Abklärung erwünscht sind, diese aber

heute noch in engster Anlehnung an die Versuchslaboratorien durchgeführt werden sollten. Dessenungeachtet kann auch der an eine seriöse Versuchsdurchführung gewohnte Praktiker für die Erforschung der Elektrokultur wertvolle Hilfsdienste leisten. In diesem Sinne möchten wir denn auch die nachfolgenden Richtlinien, wie sie sich aus unseren Versuchen herleiten lassen, aufgefaßt wissen:

1. Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß jedes normale Pflanzenwachstum an elektrische Vorgänge gebunden ist. Das normale luftelektrische Feld ist dabei im besonderen Maße berufen, durch den dadurch bedingten Vertikalstrom qualitativen und quantitativen Einfluß auf den Mineralstoffhaushalt der Pflanze auszuüben. Wir trachteten daher von Anfang an danach, unsere Versuche in engster Anlehnung an diese natürlichen luftelektrischen Verhältnisse durchzuführen. Es gilt nicht neue Phänomene in den pflanzlichen Wachstumsprozeß hineinzubringen, sondern schon bestehende Zustände zu verstärken und, wenn möglich, optimal zu gestalten. Abweichend von der Versuchsdurchführung Lipperheides, der ausschließlich in einem separaten Ionisator erzeugte hochionisierte Luft über die Pflanze leitete, hielten wir an dem schon von Lemström in die Elektrokultur eingeführten elektrischen Feld fest und erzeugten die Ionen durch entsprechende Ausbildung und Oberflächengestaltung des Konduktors, des Luftleiters. Dieser wurde in Anlehnung des normalen luftelektrischen Potentialgefälles positiv gegenüber der Erde aufgeladen.

2. Ein wesentliches Moment bildet die Höhe und Art der Spannung. Aus Gründen, die wir schon in Kap. IV näher behandelt haben, muß die Spannung so hoch gewählt werden, daß bei zweckmäßigster Ausbildung des Luftleiters (Spitzen, Sprühdrahte) die Feldstärke zwischen ihm und den ihn umgebenden Luftteilchen so groß ist, daß eine Ionenzerstreuung eintritt. Dies ist notwendig, damit für das Pflanzenwachstum schädliche Nebenerscheinungen, wie sie vor allem durch die Stoßionisation auftreten, verhindert werden.

3. Die Rolle, die der epidermalen Ausbildung der Pflanzenorgane in ihrem Einfluß auf die negative Elektrizitätszerstreuung zukommt, haben unsere Untersuchungen besonders bei den verschiedensten Getreidearten gezeigt. Der erhöhte Einfluß auf die Transpiration muß als Folge der Elektronenaffinität des Wasserdampfes und des sich bildenden elektrischen Windes angesprochen werden.

4. Uns über die mögliche zukünftige Versuchsgestaltung aussprechend, sind wir der Ansicht, daß sich die Versuchsspannungen wieder jenen Höhen zuzuwenden haben, wie sie schon von Breslauer zur Anwendung gelangten. Eine Spannung von 20000 Volt dürfte dabei die untere Grenze für Feldversuche darstellen. Bei der Ausbildung des Luftleiters haben wir ein Hauptaugenmerk auf seine Rolle als positiven Ionenzerstreuer zu richten. Wir empfehlen dabei weniger das Anbringen von Spitzen als vielmehr von Sprühdrahten.

Literaturverzeichnis.

1. Breslauer, Beeinflussung des Pflanzenwachstums durch ionisierte Luft. Diskussionsvortrag. Bulletin des Schweiz. Elektrotechn. Vereins, Nr. 7, 1913.
2. Breslauer, Die Elektrokultur im Jahre 1909. Deutsche Landwirtschaftliche Presse, 1910, S. 50.
3. Aufsatz zum Vortrag von Dr. Max Breslauer über Elektrokultur im „Bulletin“, Nr. 8, 1911, des Schweiz. Elektrotechn. Vereins.
4. Blackmann, Field Experiments in Electro-Culture. Journ. of Agric. Science, Vol. XIV, II. Teil, April 1924.
5. Chouchak, M. D., L'Assimilation Chlorophyllienne de l'acide carbonique par les feuilles vertes dans un champs électrique. Revue générale de botanique, 1929, Paris, p. 465.
6. Clausen-Heide, Die Erfolge der Elektrokultur in Hede-Wigenkogg, Wochenblatt für Schleswig-Holstein, 1911, Jahrg. 61.
7. Collins, Electric stimulation of Plant Growth. Journal of Agricultural Research, Vol. 38, Nr. 11, 1929, U.S.A.
8. Daunderer, Physik. Zeitschrift, 8, 281, 1907.
9. Ebert, Physik. Zeitschrift, 6, 617, 1905.
10. —, Physik. Zeitschrift, 3, 338, 1902.
11. Ehrlich u. Russ, Über den Verlauf der Stickstoffoxydation bei elektrischen Entladungen in Gegenwart von Ozon. Wien 1911.
12. Fischer, Berliner B. 39/940, 2557, 3681, 40/443, 1111, 1907.
13. —, F., Zeitschrift für technische Physik, 9, 612, 1931.
14. Försterling u. Lassen, Die Ionisation der Atmosphäre. Zeitschrift für techn. Physik, 10, 1932.
15. Greinacher, Ionen und Elektronenlehre der Gase. Bern 1923.
16. Gustafson, Gradient in Plants. Amerik. Journ. of Botany, XI, 1—6, 1924.
17. Gut, Le gaz carbonique dans l'atmosphère forestière. Diss. Zürich E.T.H., p. 14 et s.
18. Hautefeuille u. Chappuis, Journ. Chem. Soc. 73, 1898.
19. Herrschler, Studien zu dem Problem der Ozonbildung, 1926.
20. Hölzel, Luftelektrisches Potentialgefälle und Gewittervorhersage. Leipzig 1919.

21. Jaccard, P., Was können wir von der Elektrokultur erwarten? Schweiz. landw. Monatshefte Nr. 6, 1927.
22. —, Hochspannungsgleichrichter für Elektrokultur. Bull. des Schweiz. Elektrotechn. Vereins Nr. 14, 1928.
23. —, Que pouvons-nous attendre de l'électroculture? Bull. Soc. vaud. sc. nat. Lausanne. Vol. 56, p. 333—354, 1927.
24. —, Expériences d'électroculture I. Verhandlung der 100. Jahresversammlung der schweiz. Naturforsch. Gesellschaft in Lugano 1917?
25. — et L. Farny, Expériences d'électroculture II. Verhandlung der 105. Jahresversammlung der schweiz. Naturforsch. Gesellschaft in Luzern 1922?
26. Jahn, Zeitschr. f. anorg. Chemie, **60**, 337, 1908.
27. Kanitz, Zeitschr. Physiolog. Chemie, Bd. 47, 477, 1908.
28. Kappen, Bodenacidität, Berlin 1929, Verlag Springer.
29. Kostytschew, Lehrbuch der Pflanzenphysiologie, 1926.
30. Kühn, J., Bisheriges Ergebnis der auf dem Versuchsfelde des Landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle angestellten Elektrokulturversuche. Ber. aus d. Landw. Inst. d. Univ. Halle, **20**, 1911.
31. Lemström, S., Expériences sur l'influence de l'électricité sur les végétaux. Helsingfors 1890.
32. —, Elektrokultur, Berlin 1902.
33. Lenard, Ph., Annalen der Physik. 1900, S. 486 ff.
34. — u. Ramsauer, Über die Wirkung sehr kurzwelligen Lichtes und über eine sehr reiche Quelle dieses Lichtes. Berichte Heidelberger Akademie 1909, II.
35. Lipperheide, C., Neuere Untersuchungen über den Einfluß der Elektrizität auf Pflanzen. Angewandte Botanik, Bd. IX, S. 561, 1927.
36. Lutz, Münchener Berichte, 333, 1911.
37. Maché u. Schweidler, Die atmosphärische Elektrizität. Braunschweig 1909, S. 113.
38. Mevius, Reaktion des Bodens und Pflanzenwachstum. München 1927.
39. Möller, Physik. Zeitschrift, 13/729, 1912.
40. Nathanson, Über Regulationserscheinungen im Stoffaustausch. Jahrb. für wissenschaftl. Botanik, **38**, 1903.
41. Pantanelli, Über Ionenaufnahme. Protoplasma, **7**, 1929, S. 129—137.
42. Pirschle, Nitrate und Ammonsalze als Stickstoffquellen für höhere Pflanzen bei konstanter Wasserstoffionenkonzentration. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, **47**, 1929.
43. — u. Mengdehl, Ionenaufnahme aus Salzlösungen durch höhere Pflanzen. Jahrb. f. wissenschaftl. Bot., Leipzig 1931.
44. Shenstone u. Evans, Journ. Chem. Soc. 73, 1898.
45. Simpson, Phil. Trans A. 205, 61 (1905).
46. Small, Hydrogen-ion concentration in Plant Cells and Tissues. Berlin 1929.
47. Spiro, Hofmeisters Beiträge, Bd. V, 1904.
48. Stern, K., Über elektroosmotische Erscheinungen und ihre Bedeutung für pflanzenphysiologische Fragen. Zeitschr. f. Botanik, **XI**, 1919.
49. Stoppel, R., Die Abhängigkeit der Schlafbewegung von *Phaseolus multiflorus* von verschiedenen Außenfaktoren. Zeitschr. f. Botanik, 1916.

50. Strutt, R. J., Proc. Roy. Soc. (A) 77, 472 und 78, 150 (1906).
51. Stutz, Messungen des luftelektrischen Vertikalstromes nach Wilson. Freiburg 1930 (Diss.).
52. Thomson, Conduction of electr. through gases. Cambridge 1903.
53. Townsend, Ionisation der Gase in Marx. Handbuch der Radiologie.
54. —, Phyl. Mag., S. 83, 1914.
55. Ursprung u. Blum, Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 39, S. 70, 1921.
56. Warburg, Ann. d. Physik (4), 23, 204, 1907.
57. Wenk, F., Eine botanische Polaritätstheorie. Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik, 4. Heft, 1932.
58. Wiegner, Anleitung zum agrikulturchemischen Practicum.
59. Wilson, Proc. of the Cambridge. Phil. Society, Vol. 13, 184 u. 363.
60. Wollny, Über die Anwendung der Elektrizität bei Pflanzenkultur. München 1883.

Aus dem Laboratorium für angewandte Vererbungslehre der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.

Bemerkungen zur Frage der „biologischen Spezialisierung“ von *Phytophthora infestans*.

Von

K. O. Müller.

(Eingegangen am 12. 12. 1932.)

Im Oktober-Heft der Zeitschrift der „Züchter“¹⁾ erschien eine Mitteilung. in der Schick (K. W. J. f. Züchtungsforschung, Münchberg) die von mir vor Jahren bearbeitete Frage nach der „biologischen Spezialisierung“ des Krautfäuleerregers der Kartoffel aufgreift. Seine Untersuchungen gehen von Beobachtungen des Saatzuchtleiters der v. Kamekeschen Saatzuchtwirtschaft, Herrn Dr. Schmidt, aus, nach denen im Spätsommer 1932 in Streckenthin die von mir gezüchteten W-Rassen und ihre Kreuzungen mit Kultursorten, die sich bisher als hochgradig krautfäuleresistent erwiesen haben, plötzlich von der Krankheit stark

¹⁾ Schick, R., Über das Verhalten von *Solanum demissum*, *Solanum tuberosum* und ihren Bastarden gegenüber verschiedenen Herkünften von *Phytophthora infestans*. „Der Züchter“. 1932. 4. 233—237.

befallen wurden. Dieser starke Befall wurde erstmalig im August dieses Jahres festgestellt, nachdem sich jahrelang die W-Rassen ausgezeichnet gehalten hatten und zu den besten Hoffnungen berechtigten. Es lag auf der Hand, daß ich meinerseits, nachdem ich Ende August von diesem Vorkommnis Kenntnis erhalten hatte, sofort Untersuchungen in die Wege leitete, die die Klärung des Streckenthiner Falles zum Ziel haben. Ursprünglich hatte ich nicht vor, schon jetzt über das Ergebnis dieser Arbeiten zu berichten, da die Untersuchungen, die auf breitester Basis angelegt sind, noch nicht so weit gediehen sind, um sich ein abschließendes Urteil über die Gründe des „Versagens“ der W-Rassen bilden zu können. Da sich Schick verschiedentlich auf meine Arbeiten be ruft, jedoch die Fassung seiner Mitteilung den Leser, der nicht laufend die Entwicklung meiner Arbeiten verfolgt hat, zu einer schiefen Beurteilung der Sachlage führen muß, so sehe ich mich veranlaßt, schon jetzt zu dem Streckenthiner Fall Stellung zu nehmen.

Wie auch unsere Untersuchungen gezeigt haben, ist der starke Befall der W-Rassen in Streckenthin durch das Auftreten einer *Phytophthora*-Form hervorgerufen, die die Fähigkeit besitzt, nicht nur das Laub von Kultursorten, sondern auch das von bis dahin resistenten W-Rassen anzugreifen. Mithin unterscheidet sich in der Virulenz diese Form weitgehend von den sämtlichen bisher isolierten und geprüften Herkünften der *Phytophthora infestans*, die ausnahmslos außerstande waren, die von mir gezüchteten W-Rassen nach künstlicher Übertragung zu besiedeln¹⁾. Da die Zahl der vorher geprüften *Phytophthora*-Herkünfte, die wir wegen ihres gleichartigen Verhaltens auf den W-Rassen als Stammgruppe A bezeichnen wollen, ganz erheblich ist und diese aus den verschiedensten Gegenden Deutschlands stammen [Bonn, Dahlem, Darmstadt, Ebstorf (Hannover), Eutin (Lübeck), Freiburg (Brsg.), Jakobsdorf (Mark), Jena, Kleinkrichen (Schlesien), Magdeburg, Streckenthin (Pommern), Holland], so darf füglich behauptet werden, daß der Streckenthiner Stamm etwas besonderes darstellt. Um diese Sonderstellung ganz deutlich zum Ausdruck zu bringen, sei er im folgenden als S-Stamm bezeichnet.

¹⁾ Müller, K. O., Variabilitätsstudien bei *Phytophthora infestans* unter besonderer Berücksichtigung der Frage nach dem Vorkommen „biologischer Rassen“. Arb. a. d. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. 1928. 16. 198—211.

Müller, K. O., Über die Entwicklung von *Phytophthora infestans* auf anfälligen und widerstandsfähigen Kartoffelsorten. Arb. a. d. Biolog. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. 1931. 18. 465—505.

Der S-Stamm muß 1932 in Streckenthin ein ziemlich ausgedehntes Areal eingenommen haben, denn es gelang uns, ihn außer von W-Rassen auch von Kultursorten zu isolieren¹⁾. Hiermit bestätigt sich das bereits durch Infektionsversuche erzielte Ergebnis, daß der S-Stamm sowohl auf den W-, wie auf den Kulturrassen zur Entwicklung gelangt.

Die Virulenz des S-Stammes wurde nicht nur am Laub, sondern auch an den Knollen eingehender geprüft. Wie von einem meiner Mitarbeiter, Herrn Dr. Pfeiffer, im letzten Jahr herausgefunden worden ist²⁾, verhalten sich die W-Rassen gegenüber den A-Stämmen bezüglich ihrer Knollenresistenz nicht gleich. Es hat sich nämlich bei genauer Prüfung unseres gesamten Zuchtmaterials herausgestellt, daß es außer dem schon früher beschriebenen W-Rassen-Typ, dessen Knollen von den Parasiten vollkommen durchwuchert werden, mindestens noch zwei weitere gibt, deren Knollen eine mehr oder weniger hohe Resistenz aufweisen. Die W-Rassen stellen somit keine einheitliche Gruppe dar³⁾. Zurzeit unterscheiden wir folgende Untergruppen:

1. W-Rassen mit geringer oder fast fehlender Knollenresistenz:
Der Parasit durchwuchert die ganze Knolle und gelangt auch zur Fruktifikation.
2. W-Rassen mit mittlerer Knollenresistenz:
Der Pilz dringt ziemlich tief in das Knollenparenchym ein, bringt auch dieses zum Absterben, doch gelangt er nur selten zur Fruktifikation.
3. W-Rassen mit hoher Knollenresistenz:
Der Erreger stellt bald, nachdem er mit den Wirtszellen in Verbindung getreten ist, seine Entwicklung ein; Fruktifikation bleibt stets aus⁴⁾.

Diese Feststellungen legten nun nahe, die W-Rassen auch auf ihre Knollenresistenz gegenüber dem S-Stamm zu untersuchen. Bis jetzt sind erst 40 W-Rassen geprüft. Unter ihnen ist keine, die

¹⁾ Ob sich die in Streckenthin von Kultur- und W-Rassen isolierten S-Stämme in ihrer Spezialisierung vollkommen gleich verhalten, werden noch eingehendere Untersuchungen zu zeigen haben.

²⁾ Die Untersuchungsergebnisse werden in nächster Zeit veröffentlicht werden.

³⁾ Hiermit erhält die schon in früheren Mitteilungen vertretene Auffassung, daß in der phänotypisch beurteilt nach der Laubresistenz) einheitlichen Gruppe der W-Rassen mehr als zwei genotypische Konstruktionen vereinigt sind, eine weitere Stütze.

⁴⁾ Die einzelnen Gruppen sind nicht scharf voneinander zu trennen, da sie durch Zwischenstufen miteinander verbunden sind. Außerdem können die Außenfaktoren den Resistenzgrad verschieben.

den Resistenzgrad der Untergruppen 2 oder 3 aufweist. Bei dieser Gelegenheit wurden auch einige im Freiland fast frei von *Phytophthora* gebliebene *Solanum demissum* \times *tuberosum*-Bastarde, die ich von Herrn Dr. Schmidt erhalten hatte, untersucht. Das Ergebnis war im Hinblick auf die Schickschen Ergebnisse überraschend: Sie verhielten sich nicht anders als die W-Rassen. Hiermit ist selbstverständlich kein abschließendes Urteil über das Verhalten der Verbindung *Solanum demissum* \times *tuberosum* gefällt. Denn erstens ist es, wie das Verhalten der W-Rassen gegenüber den A-Stämmen lehrt, durchaus möglich, daß die Knollen anfällig, das Laub jedoch bis zu einem gewissen Grade widerstandsfähig ist; dann ist aber noch zu berücksichtigen, daß wir bisher nur einige wenige Rassen prüfen konnten. Es wird daher eine wichtige Aufgabe der nächsten Zeit sein, das Verhalten der von uns erzielten *Demissum* \times *Tuberosum*-Bastarde und der W-Rassen gegenüber dem S-Stamm zu prüfen, vor allem mit dem Ziel, auch unter den Zuchten, die auf den Ef-Stamm zurückgehen, „S-widerstandsfähige“ Rassen zu finden.

Wie hat man sich nun das scheinbar plötzliche Auftreten des S-Stammes zu erklären? Zunächst einmal sind theoretisch zwei Möglichkeiten denkbar. Einmal kann es sich um eine durch Dauermodifikation entstandene Variante eines A-Stammes mit gesteigerter Virulenz handeln. Zum andern kann in dem S-Stamm eine neue biologische Rasse (im Sinne der von Klebahn, Stakman, Scheibe, Gassner bei den Uredineen festgestellten Verhältnisse) vorliegen. Die Schickschen Ergebnisse bei seinen *Demissum* \times *Tuberosum*-Bastarden sprechen unverkennbar für die letztere Annahme. Freilich darf nicht vergessen werden, daß Schick seine Impfversuche an Stecklingen durchgeführt hat, die in vorgeschrittener Jahreszeit den Freilandpflanzen entnommen worden sind. Wie in meinen Arbeiten mehrmals und ausdrücklich hervorgehoben worden ist, wird aber das primär durch die inneren Anlagen bedingte Verhalten der Pflanze gegenüber dem Parasiten durch Entwicklungszustand und Umwelt mit bestimmt. Vor allem spielt der Entwicklungszustand eine maßgebende Rolle¹⁾.

¹⁾ Hierauf beruht auch die Tatsache, daß W-Rassen, die sich im Jugendzustand nach künstlicher Infektion als vollkommen „immun“ erweisen, gegen Ende der Vegetationsperiode doch von den Stämmen der A-Gruppe noch befallen werden. GleichermäÙen erklärt sich auch die bekannte Tatsache, daß Kultursorten erst von einem bestimmten Entwicklungszustand ab von der Krankheit ergriffen werden (s. K. Q. Müller, a. a. O.).

Daher sind einzelne von Freilandpflanzen entnommene Sprosse, die in feucht gehaltenen Sand gesteckt sind, ein wenig geeignetes Material, um das Auftreten verschieden spezialisierter *Phytophthora*-Stämme zu beweisen.

Setzen wir dessenungeachtet als bewiesen voraus, daß verschieden spezialisierte Rassen vorliegen, so ergeben sich für das Auftreten des S-Stammes folgende Erklärungsmöglichkeiten:

1. Der S-Stamm verdankt der Mutation eines Individuums der A-Gruppe seine Entstehung. Diese muß dann schon vor Jahren stattgefunden haben. Denn daß sie erst in dieser Vegetationsperiode erfolgt ist, ist wenig wahrscheinlich, da dann kaum im letzten Sommer schon ganze Schläge von dem S-Stamm ergriffen worden wären.

2. Der S-Stamm ist schon seit längerer Zeit neben der A-Gruppe vorhanden. Dagegen scheint auf den ersten Blick einmal zu sprechen, daß der 1926 in Streckenthin isolierte *Phytophthora*-Stamm ein der A-Gruppe entsprechendes Verhalten zeigte, und zum andern, daß die W-Rassen in den Jahren 1926—1931 immer erst kurz vor Abschluß der Vegetation und dann auch nur schwach befallen wurden, wobei die Fruktifikation des Parasiten ganz unerheblich war. Doch sind diese Einwände nicht stichhaltig. Denn daß der S-Stamm bis 1932 nicht beobachtet wurde, ist kein Beweis dafür, daß er bis dahin wirklich in Streckenthin fehlte. Wir müssen damit rechnen, daß er sich bis 1932 nur deshalb der Feststellung entzog, weil er in zu geringer Menge vertreten war. Und daß er jetzt erst „aus der Reserve heraustrat“, kann man gut erklären: Solange nur die anfälligen Kultursorten in Streckenthin angebaut wurden, blieb das ursprüngliche Mengenverhältnis zwischen S- und A-Form bzw. -Formen erhalten. Eine Änderung trat aber ein, als in Streckenthin die W-Rassen und ihre resistenten Bastarde mit Kultursorten in verstärktem Umfange zum Anbau gelangten. Jetzt stand dem S-Stamm ein Lebensraum zur Verfügung, in dem er sich ungehemmt vermehren konnte, ohne mit den Stämmen der A-Gruppe in Konkurrenz treten zu müssen. Daß er erst 1932 zur Massenvermehrung gelangte und scheinbar „explosionsartig“ auftrat, kann vielleicht damit zusammenhängen, daß er im vergangenen Jahre besonders günstige Witterungsbedingungen vorfand; es kann aber auch sein, daß 1932 der Kulminationspunkt für eine Massenvermehrung erreicht war.

3. Der S-Stamm ist nach Streckenthin eingeschleppt worden. Diese Möglichkeit ist nicht von der Hand zu weisen, da die v. Kamekesche Saatzuchtanstalt in Streckenthin verschiedentlich für Züchtungszwecke neue Formen als Knollen aus dem Ausland bezogen hat.

Es wird eine wichtige Aufgabe der nächsten Zukunft sein, allen diesen Möglichkeiten nachzugehen, um eine Klärung des Streckenthiner Falles zu erreichen, um so mehr, als die ganze Frage weit über den Rahmen des rein Züchterischen hinaus, z. B. für die Epidemiologie der Pflanzenkrankheiten ganz allgemein, von Bedeutung sein dürfte.

Schick wirft nun in seinem Aufsatz die Frage auf, ob man schon vor Feststellung des Streckenthiner Falles mit dem Auftreten bzw. mit der Existenz einer *Phytophthora*-Rasse hätte rechnen können, die imstande wäre, die bisher resistenten W-Rassen anzugreifen. Er bejaht diese Frage, indem er auf Beobachtungen von Salaman und von mir hinweist, die zur Vorsicht hätten mahnen müssen. Hierin liegt früheren Autoren (Berg, Reddick und Müller) gegenüber ein Vorwurf, der deutlich in den Worten zum Ausdruck gelangt: „... so dürfte wohl die Möglichkeit des Auftretens von Formen, die auch bisher noch resistente Rassen befallen, nicht völlig abgelehnt werden“. Es sei untersucht, ob dieser Vorwurf, was mich anbelangt, berechtigt ist:

In einer früheren Arbeit, in der ich die Variabilität von 12 *Phytophthora*-Herkünften untersuchte, war ich zu dem Ergebnis gelangt, „daß die Spezies *Phytophthora infestans* in eine Reihe nicht nur in physiologischer, sondern auch in morphologischer Beziehung differenter Biotypen zerfällt. Allerdings sind die Unterschiede im Grunde genommen nicht erheblich und rein „quantitativer Natur“. Doch kann man immerhin erwarten, daß sich unter Heranziehung weiterer *Phytophthora*-Herkünfte größere als die bisher gefundenen Differenzen zwischen den einzelnen Biotypen herausstellen würden. Aus diesem Grunde ist es auch nicht angängig, sich ein abschließendes Urteil über die absolute Größe der Variationsbreite bei der Spezies *Phytophthora infestans* zu bilden“. Aus diesen Sätzen geht eindeutig hervor, daß ich keineswegs die Möglichkeit des Auftretens neuer Formen, die auch bisher noch resistente Rassen zu befallen vermögen, abgelehnt habe. Ich muß deshalb annehmen,

daß Schick diese Sätze meiner Arbeit nicht genügend beachtet hat.

Statt des obigen Zitats bringt nun Schick auf S. 236 (Fußnote) andere, die, verstümmelt und aus dem Zusammenhang gerissen, den Eindruck erwecken müssen, als hätte ich doch das Auftreten verschieden spezialisierter *Phytophthora*-Rassen endgültig abgelehnt. Wie aber aus den Originalen zu ersehen ist, liegt meinen Worten ein anderer Sinn zugrunde. Es ist dort ganz klar ausgesprochen, daß eine biologische Spezialisierung im Sinne der Uredineen und anderer parasitischer Pilze nicht nachgewiesen werden konnte. Heißt es doch u. a. an einer Stelle ausdrücklich, „daß in keinem Fall die Vitalität der untersuchten Herkünfte des Pilzes von den verschiedenen Wirtsrassen in entgegengesetzter Richtung beeinflußt wurde“. Warum ersetzt Schick in seinen Zitaten die entscheidenden Worte „wie wir sie von den Uridineenarten und anderen parasitären Pilzen kennen“ bzw. „im Sinne vieler Uredineen“ durch Punkte? Die an meine Untersuchungsergebnisse geknüpfte Erwartung, daß eine solche Spezialisierung nicht besteht, war durchaus gerechtfertigt, da die 12 aus den verschiedensten Gegenden Mitteleuropas bezogenen Herkünfte auf den W-Rassen keine Unterschiede in der Virulenz erkennen ließen. Leider haben sich die von uns an dieses Ergebnis geknüpften Erwartungen nicht erfüllt. Die Verhältnisse liegen also doch nicht so einfach, wie Berg, Reddick und ich angenommen hatten.

Welche Tatsachen hätten nun nach Schicks Auffassung zur Vorsicht mahnen müssen? In erster Linie weist er auf die von mir festgestellten, außerhalb der Fehlergrenzen liegenden Unterschiede morphologischer und physiologischer Art hin, die von mir als Mutationen einer hypothetischen Ausgangsform aufgefaßt seien. Auch hier kann ich Schick den Vorwurf nicht ersparen, meine Untersuchungsbefunde ungenau und dadurch sinnentstellend wiedergegeben zu haben. Diese sollen nämlich ergeben haben, daß „Mutationen auch in bezug auf die Virulenz bei *Phytophthora infestans* in größerer Häufigkeit vorkommen“. Ich habe trotz angestrengten Bemühens nicht feststellen können, an welcher Stelle ich etwas Derartiges gesagt habe.

Die Ergebnisse meiner Variabilitätsstudien bei *Phytophthora infestans* sind oben bereits zusammengefaßt. Zur Erklärung der schwachen Virulenzunterschiede, die ich bei Kultursorten beob-

achtet hatte, habe ich die rein hypothetische Annahme gemacht, daß diese die Folge von Mutationen sei. Der Unterschied zwischen dem, was ich gesagt habe, und der Wiedergabe von Schick dürfte auf der Hand liegen. Da ich nun in Verbindung mit W-Rassen keine deutlich wahrnehmbaren Virulenzunterschiede hatte feststellen können, lag kein zwingender Grund vor, auf diese Hypothese die weitere wiederum rein hypothetische Annahme aufzubauen, daß plötzlich Formen entstehen könnten, die auch die W-Rassen anzugreifen vermögen. Nach dem damaligen Stande unserer Kenntnisse hätte eine derartige Interpretation eine unnötige Überspitzung des Problems dargestellt.

Weiter beruft sich Schick auf die Salamanschen Untersuchungen, die ergeben haben sollen, „daß *Solanum etuberosum* (wahrscheinlich identisch mit *S. edinense*) nach 20jähriger Kultur, während der es sich immer völlig immun gegen *Phytophthora infestans* gezeigt hatte, vom Jahre 1907 ab befallen wurde“. Es verlohnt sich, auf die Salamanschen Mitteilungen einmal etwas ausführlicher einzugehen. Salaman berichtet, daß die sehr spät reifende Spezies *S. tuberosum* 20 Jahre durch Sutton beobachtet worden sei und vor 1906 niemals Beeren angesetzt habe und in Reading wenigstens niemals von *Phytophthora infestans* befallen worden sei. „In 1906 it was free of disease both in Barley and Reading, but in that year berries were obtained in Barley by hybridization and in 1907 in both localities naturally. From that date onwards *S. edinense* has been prone to attack and may be found in certain years to have suffered considerably from blight in the tubers¹⁾.“

Das Versuchsprotokoll für die nächsten Jahre lautet folgendermaßen²⁾:

- “1906. Perfectly immune from disease in haulm and tubers. Three hybrid seeds only obtained.
- 1907. Very slight touch of disease on haulm, none in tuber. No seed.
- 1908. Slight disease in haulm, none in tuber. Set seed freely.
- 1909. No disease in haulm, on September 3, but some later, considerable disease in tubers. No seed.
- 1910. Some disease in haulm in August. Selfed and crossed seed.”

¹⁾ R. N. Salaman, *Potato varieties*, 1926, S. 118.

²⁾ *Journal of Genetics*, 1910, 1, S. 38—39.

Salaman berichtet weiter, daß von 40 angezogenen Sämlingen 33 von der *Phytophthora* befallen wurden, indem sie "were in some cases consumed away and all of them, excepting one which was but very slightly touched in the haulm and quite free in the tuber, were most seriously damaged". Salaman erklärte sich die Erscheinung zunächst dadurch, "that with the onset of sexual activity some disturbance in the mechanism by which the plant had hitherto security its immunity to *Phytophthora* had accrued—and that the dominantly susceptible state of the plant apparently heterozygous in this respect, has at it were been uncovered and its true nature laid bare". 1926 faßt er sein Urteil folgendermaßen zusammen:

"Whether the resistance of a variety does alter with the years, and it is difficult to altogether disbelieve the evidence adduced, the possibility of a variation in the virulence of the organism (*Phytophthora infestans*) must also not be left out of consideration. No scientific investigations of the problems underlying immunity to *Phytophthora* have been made so far, and till then the reader would be well advised to share with the writer an open mind, not untinged by scepticism. It may well be that the acceleration of maturity which a potato seedling displays in the second year of its asexual career does not abruptly cease, but rather steadily and slowly progresses for some years until a physiological balance is achieved. In the attainment of this balance, certain changes may take place in respect to the size and disposition of the starch grains in the tuber and in the composition of the cell sap . . . It does not seem improbable that this change might make itself felt equally by a concurrent change in the resistance, if any, which the variety had originally displayed to certain specific fungoid toxins".

Reddick hat dann aus den Beobachtungen Salamans 1928 den Schluß gezogen, den Salaman selbst nicht gewagt hat — dieser hat lediglich betont, daß die Möglichkeit einer Variation in der Virulenz der Parasiten nicht außer acht gelassen werden dürfe, genau wie ich es auch getan habe — daß es sich höchstwahrscheinlich um die Einführung einer „new biologic form“ des Pilzes handle. Er weist aber gleichzeitig darauf hin, daß es keinen Weg zur Nachprüfung des Sachverhaltes gäbe, wenn man nicht Pflanzen von demselben, nicht fruktifizierenden Klon wieder auffände. So kommt er denn auch in seiner Zusammenfassung zu der Fest-

stellung, es sei nicht bekannt, daß *Phytophthora infestans* mehr als eine biologisch spezialisierte Form habe. Wenn schon Reddick zu diesem Ergebnis kommt, so lag für mich nicht der leiseste Grund für eine andere Annahme vor, da es für die von Salaman beobachteten Erscheinungen eine ganz andere Erklärung gibt, die nach meinen Untersuchungsergebnissen bei *Solanum edinense*, das sich nach Freilandbeobachtungen in Dahlem und in Infektionsversuchen (siehe hierzu auch Schick) als anfällig gegenüber den von mir isolierten A-Stämmen erwiesen hatte, den wirklich gegebenen Verhältnissen viel näher kommen dürfte als die Schicksche Erklärung. Schon Salaman hat auf die enge Beziehung zwischen Resistenz und Reifezeit hingewiesen. In Wirklichkeit handelt es sich, wie meine Untersuchungen ergeben haben, nicht um eine Beziehung zwischen Reifezeit und Resistenz, sondern um einen Einfluß des Entwicklungszustandes der Pflanze auf die Möglichkeit des Befalls durch den Parasiten: Erst in einem bestimmten vorgeschrittenen Entwicklungsstadium bietet die Pflanze dem Erreger optimale Entwicklungsbedingungen. Bei den spät reifenden Sorten wird dieses Stadium erst verhältnismäßig spät erreicht, zu einer Zeit, in der die Temperaturen bereits so weit gesunken sind, daß sie dem Erreger nicht mehr die für Massenvermehrung erforderliche schnelle Generationenfolge gestatten. *S. edinense* ist eine spät reifende Spezies. Sie ist weiter, wie schon oben erwähnt, bei Anwendung des von uns ausgearbeiteten Infektionsverfahrens, das allein eine sichere Beurteilung über die Resistenz gegenüber *Phytophthora infestans* gestattet, Stämmen der A-Gruppe gegenüber als normal anfällig befunden worden. Was liegt näher als die Vermutung, daß es in Analogie zu dem Verhalten der Spätsorten der mitteleuropäischen Kulturkartoffel in unseren Klimabreiten nur selten zu einem nennenswerten Befall von *S. edinense* kommt? Selbst in den Jahren, in denen Salaman ihn beobachtet hat, bezeichnet er ihn als gering. Auch das unterschiedliche Verhalten der Sämlinge kann so leicht seine Erklärung finden, indem es auf eine Aufspaltung in der Reifezeit zurückzuführen ist. Wir glauben deshalb, daß auch die Salamanschen Beobachtungen keinerlei Anlaß gegeben haben, das Auftreten von biologischen Rassen des Parasiten zu erwarten, die auch unsere gegenüber der A-Gruppe resistenten W-Rassen befallen, und müssen dem Leser das Urteil überlassen, ob der von Schick erhobene Vorwurf berechtigt ist.

Schließlich erfordern noch einige von Schick vertretene Anschauungen eine Richtigstellung, da sie von ungenügend gesicherten oder sogar falschen Voraussetzungen ausgehen. Zunächst dürfte es ratsam sein, den Hinweis von Salaman nicht außer acht zu lassen, daß es vielleicht unkorrekt ist, von *Phytophthora*-Immunität im gleichen Sinne wie von Krebsimmunität zu sprechen. Salaman ging dabei von der inzwischen von Köhler als irrig erwiesenen Auffassung aus, daß es krebsimmune Sorten gäbe. Vielmehr dringt der Erreger auch bei den sogenannten krebsfesten Sorten in die Wirtspflanze ein, wird aber von ihr zum Absterben gebracht. Das gleiche habe ich für die als „phytophthora-immun“ bezeichneten Rassen feststellen können. Vor allem gibt es aber nach unseren bisherigen Beobachtungen überhaupt keine Rassen, die nicht im vorgerückten Entwicklungsstadium irgendeine Anzeichen eines Befalls durch *Phytophthora* erkennen lassen. Es handelt sich lediglich um eine hochgradige Resistenz, die freilich für praktische Belange vollkommen ausreicht. Ich habe mich deshalb stets gehütet, von phytophthora-immunen Sorten zu sprechen, sondern lediglich von phytophthora-resistenten gesprochen.

Weiter stellt Schick Betrachtungen über die Verbreitung phytophthora-resistenter Tuberarienformen auf dem neuweltlichen Kontinent an. Er schließt aus seinen bisherigen Versuchen, daß phytophthora-„immune“ Wildformen nur in Mexiko vorkommen, während es „immune“ Kulturformen anscheinend überhaupt nicht gäbe. Zunächst muß betont werden, daß die Theorie von dem ausschließlichen Vorkommen der krautfäuleresistenten Wildformen in Mexiko doch erst dann hinreichend gesichert ist, wenn alle oder wenigstens der größte Teil der auf dem südamerikanischen Kontinent verbreiteten *Tuberarium*-Formen auf *Phytophthora* geprüft worden sind. Dafür dürften aber in Anbetracht der auch heute noch relativ geringen Kenntnisse der auf diesem riesigen Areal verbreiteten Kultur-, Ruderal- und Wildformen der Tuberariensektion der Gattung *Solanum* die Voraussetzungen fehlen. Hieran ändert auch die Tatsache nichts, daß Schick den großen Vorzug hatte, dort sammeln zu können, und daß er, ebenso wie ich, die Möglichkeit hatte, einen großen Teil der von den russischen Expeditionen mitgebrachten Tuberarienformen auf ihre Krautfäule-resistenz zu untersuchen.

Gegen die Berechtigung der von Schick vertretenen Theorie des ausschließlichen Vorkommens von phytophthora-resistenten Wild-

formen in Mexiko sprechen nun auch die Ergebnisse meiner eigenen Untersuchungen. Einmal sind aus dem Ef-Stamm, der mir für meine genetischen und züchterischen Versuche die resistenten Ausgangsrassen lieferte, Formen herausgespaltet, die sehr große Ähnlichkeit mit den in Südamerika von den Einheimischen kultivierten *andigenum*-Formen besitzen. Weiterhin ist es mir auch beim SW-Stamm, der sich von der Kreuzung der Sorte Switez mit einer von den Chilote-Indianern (Südamerika) gebauten Kulturform ableitet, gelungen, phytophthora-resistente Formen zu isolieren.

Trotz dieser gegen seine Theorie sprechenden Befunde macht Schick den Versuch, meine Untersuchungsergebnisse mit ihr auf einem etwas eigenartigen Wege in Einklang zu bringen. Er behauptet zunächst, daß Broili nur Wildformen aus Mexiko und Chiloe zur Verfügung gestanden hätten. Woraus er diese Kenntnis schöpft, ist mir unverständlich, da er die an der Biologischen Reichsanstalt aufbewahrten Zuchtakten Broilis niemals eingesehen hat. Weiter geht er über die Tatsache, daß das ihm bekannte Zuchtmaterial nachweislich aus Mexiko und Chiloe stammt, mit der Bemerkung hinweg, es werde sich wohl, da nach seinen Versuchen phytophthora-„immune“ Wildformen nur in Mexiko vorkämen, auch bei den Broilischen Formen um eine mexikanische und nicht um eine in Chiloe vorkommende Wildform handeln. Eine noch zu beweisende, nach meinen Untersuchungen von vornherein als irrig zu betrachtende Theorie wird also benutzt, um nachweislich richtige Angaben als vermutlich falsch hinzustellen! Um dieser Vermutung noch eine bessere Stütze zu verleihen, bezeichnet Schick es als sehr wahrscheinlich, daß meine W-Rassen auf eine Kreuzung *Solanum demissum* \times *Solanum tuberosum* zurückgehen, weil er auffallende gemeinsame Eigentümlichkeiten zwischen ihnen und seinen *Solanum demissum*-Bastarden beobachtet habe. Offensichtlich hat Schick hierbei lediglich grob habituelle Gemeinsamkeiten im Auge gehabt. Stärker für die Klärung der verwandtschaftlichen Beziehungen ins Gewicht fallende Merkmale sind nicht gegeben, wie auch die Beobachtungen bei dem Ef-Stamm solche nicht haben erkennen lassen, der doch das durch Kreuzungen noch nicht „verfälschte“ Ausgangsmaterial darstellt. Diese Feststellung wiegt um so schwerer, als Salaman und Adams¹⁾ die Verbindung

¹⁾ Salaman, R. N., Abnormal segregation in families arising from the cross *Solanum utile* \times *S. tuberosum* (with a cytological analysis by Mary Adams). Ztschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungsl. 1928, Suppl. II, 1230—1239.

Solanum demissum \times *tuberarium* ziemlich eingehend untersucht und gefunden haben, daß in den Filial-Generationen, unter Umständen schon in der F_2 , die Eltern fast rein wieder herauspalten.

Zum Schluß sei noch auf die Äußerung Schicks eingegangen, daß „die Schaffung der ersten brauchbaren Kulturformen, die gegen die alten Rassen resistent waren, über 20 Jahre beansprucht“ hätte. Sollte Schick hiermit die aus den W-Rassen hervorgegangenen Kultursorten meinen — und andere dürften bisher nicht gezüchtet worden sein —, so befindet er sich im Irrtum. Arbeiten mit den W-Rassen zwecks Erzielung krautfäulewiderstandsfähiger Kultursorten begann ich im Jahre 1923, ohne irgendwelche speziell auf diese Frage gerichteten Vorarbeiten vorzufinden. Da vor dieser Zeit noch keine Tuberarienformen bekannt waren, deren *Phytophthora*-Resistenz experimentell gesichert war, so sind es nur 10 Jahre, die ins Land gehen mußten, bis es gelang, anbauwürdige Kultursorten zu schaffen, die gegenüber den meisten in Deutschland verbreiteten *Phytophthora*-Rassen hochresistent sind.

Wenn auch die von Schick im „Züchter“ und die von mir hier mitgeteilten Untersuchungen ergeben haben, daß es *Phytophthora*-Formen gibt, welche unsere W-Rassen anzugreifen vermögen und wir so vor eine neue, unerwartete Sachlage gestellt sind, so darf man nicht darüber hinweggehen, daß mit Hilfe der W-Rassen und der von uns ausgearbeiteten Methoden Kulturformen geschaffen worden sind, die gegenüber der Mehrzahl der zurzeit in Deutschland verbreiteten Typen des Erregers hochgradig widerstandsfähig sind. Auch Schick wird sich dieser Tatsache nicht verschließen können, zumal er Gelegenheit hatte, meine Ergebnisse an den seit Jahren in seinen Händen befindlichen von mir gezüchteten W-Rassen nachprüfen und außerdem mit Erfolg die von uns ausgearbeiteten Züchtungsmethoden in Anwendung bringen zu können. Würde man jetzt im Hinblick auf den Streckenthiner Fall diesen Erfolg als unwesentlich hinstellen, so müßte man auch sämtliche Versuche der Getreidezüchter zur Erzielung rostwiderstandsfähiger Getreideformen, über die eine schier unübersehbare Fülle genetischer und phytopathologischer Literatur existiert, mit dem Hinweis abtun, daß es noch nicht gelungen ist, Sorten zu züchten, die gegenüber allen biologischen Rassen widerstandsfähig sind.

Besprechungen aus der Literatur.

Haselhoff, E. Grundzüge der Rauchschenkunde. Anleitung zur Prüfung und Beurteilung der Einwirkung von Rauchabgängen auf Boden und Pflanzen. 167 S., 77 Abb. Verlag von Gebr. Borntraeger, Berlin 1932. Preis geh. 9,60 RM., geb. 11 RM.

Verfasser hat in den vorliegenden Grundzügen die Ergebnisse seiner reichen praktischen und wissenschaftlichen Erfahrungen zusammengestellt. Er will mit dieser Zusammenfassung den Praktikern, Gutachtern und sonstigen Interessenten in knapper Form ein übersichtliches Bild von der Wirkung der Rauchabgänge auf die Vegetation geben. Die Grundzüge behandeln: Die Art und Zusammensetzung des Rauches, seine Wirkung auf das Pflanzenwachstum, die Wirkung der einzelnen Rauchabgänge auf Boden und Pflanzen, den Einfluß von schwefeliger Säure und Schwefelsäure, der naturgemäß den größten Umfang einnimmt, von Chlor und Salzsäure, Fluorverbindungen, Stickstoffsäuren, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Teerdämpfe, Asphaltdämpfe, Leuchtgas; ferner von in Rauchabgängen seltener vorkommenden Stoffen wie Brom, Jod, Quecksilber, Selen, Essigsäure, Acrolein, Acetylen, Mercaptane, Cyan, Pyridin und verwandte Stoffe, Phenol, Kohlenwasserstoffe und verwandte Stoffe, Pikrinsäure; die Schädlichkeit der Flugstaube für das Pflanzenwachstum und das Vieh. Die Untersuchungsmethoden zum Nachweis der Rauchgase und zur Beurteilung von Rauchschäden werden kritisch behandelt. Bei der Darstellung des Stoffes deutet der Verfasser mehrfach auf die Schwierigkeiten hin, die sich bei dem Nachweis von Rauchschäden ergeben. Die ausführliche Erörterung der wissenschaftlichen Forschungsergebnisse wird in einem demnächst erscheinenden größeren Werke erfolgen. Es ist anzunehmen, daß in dieser Darstellung die physiologische Seite des Rauchschadenproblems ausführlich behandelt wird, da die Rauchgase doch wohl in erster Linie die Lebensfunktionen der Pflanze beeinflussen. In einem besonderen Abschnitt werden die Grundzüge für die rechtliche Beurteilung von Rauchschäden von einem Richter erörtert, der eine umfassende Veröffentlichung dieser Rechtsfragen ankündigt. Ein Verzeichnis des Schrifttums und ein Sachverzeichnis bilden den Schluß der Grundzüge, die eine weite Verbreitung verdienen. E. Tiegs.

von Lengerken, Hanns. Das Schädlingsbuch für Gärtner, Gartenfreunde, Siedler, Obst- und Gemüsebauer, Baumschulenbesitzer, Warmhaus-Züchter und verwandte Berufe zur Erkennung und Bekämpfung tierischer Schädlinge. Mit 88 Abb., 194 S. Brehm Verlag, Berlin 1932. Preis Halbleinen 4,80 RM.

Offenbar durch seine Lehrtätigkeit an der Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau in Berlin-Dahlem angeregt, hat Verfasser in handlicher Form den Gartenbaubeflissenen, Gärtnern und Gartenfreunden ein Buch geschenkt, daß ihnen in dieser Vielseitigkeit bisher fehlte. — Nach einem allgemeinen Kapitel über Schaden und Schadbegriff folgt eine eingehende und klare Bestimmungstabelle zur Feststellung des Schädlings auf Grund des Schadbildes. Seitennachweise führen den Benutzer im nächsten Kapitel, in welchem die wichtigsten, an Obst-, Gemüse- und Zierpflanzen auftretenden tierischen Schädlinge in syste-

matischer Anordnung aufgeführt sind, zu dem betreffenden Schädling, wo er kurze Angaben über Aussehen, Lebensweise, Schaden und Bekämpfungsmaßnahmen findet. Eine alphabetische Zusammenstellung der vom Deutschen Pflanzenschutzdienst geprüften und sonst als brauchbar bekannten Schädlingsbekämpfungsmittel, ein kurzes Literaturverzeichnis und ein ausführliches Sachverzeichnis beschließen das Buch. — Die sämtlich in Strichzeichnung ausgeführten Abbildungen sind trotz ihrer gedrängten Anordnung klar und anschaulich. Das Buch wird wegen seiner reichhaltigen Berücksichtigung der Schädlinge insbesondere auch dem im Pflanzenschutz und in der Pflanzenschutzmittel-Industrie arbeitenden Phytopathologen ein willkommenes und preiswertes Nachschlagebuch sein.

Trappmann, Berlin-Dahlem.

Pringsheim, G. E., Pflanzenphysiologische Übungen für Studierende und Lehrer. VIII + 136 S., 25 Abb. Akademische Verlagsgesellschaft Leipzig 1931. Brosch. 7.—, geb. 8,50 RM.

Im Hochschulbetrieb macht sich in immer stärkerem Maße das Bestreben geltend, die Vorlesungen mehr in den Hintergrund treten zu lassen und das Hauptgewicht auf die Übungen zu legen. Man mag zu diesen Bestrebungen stehen wie man will, auf jeden Fall muß man mit ihnen als einer Tatsache rechnen, und deshalb kommt alles darauf an, die Übungen so in den Rahmen des Hochschulstudiums einzugliedern, daß etwas geschlossenes Ganzes dabei herauswächst. Einmal muß der innere Zusammenhang mit der Vorlesung gewahrt bleiben, zum anderen darf der in den Übungen zu behandelnde Stoff den notwendig gezogenen Rahmen nicht sprengen und muß dabei doch erschöpfend genug sein, um eine nach jeder Richtung gefestigte Grundlage zu schaffen. Dieser Aufgabe dürfte das vorliegende Buch in hervorragendem Maße gerecht werden. In 16 Übungen, die in einem 4wochenständigen Praktikum erledigt werden sollen, wird das gesamte Gebiet der Pflanzenphysiologie an Hand leicht durchführbarer Versuche behandelt. Die Fülle des Gebotenen mag die Inhaltsangabe der einzelnen Übungen beleuchten: Die lebende Zelle; Osmotische Konzentration und Saugkraft; Turgor, Gewebespannung, Festigkeit; Transpiration und Wasserbewegung; Nährlösungen; Reservestoffe und Enzyme; Reservestoffe und Quellung; Atmung und Quellung; Chlorophyll und Assimilation; Wachstum; Tropismen; Nastien; Taxien. An den Anfang jedes Abschnitts ist eine kurze orientierende Einleitung gestellt, wobei es dem Verf. selbst erwünscht erscheint, daß der Leiter des Praktikums noch etwas mehr in die Einzelheiten geht. Daran schließt sich eine eingehende Beschreibung der praktischen Durchführung der Versuche, während die Erklärung der Vorgänge sich auf das Notwendigste beschränkt, um so zum selbständigen Arbeiten und Denken zu zwingen. Alle Versuche sind vom Verf. immer wieder nachgeprüft, ergänzt und ausgesucht worden unter Bevorzugung solcher Beispiele, die keine großen Hilfsmittel erfordern und bei einiger Sorgfalt immer gelingen. Nach Möglichkeit ist auch nur leicht zu beschaffendes Pflanzenmaterial verwandt worden. So wird das Buch nicht nur eine wertvolle Hilfe für denjenigen sein, der Übungen zu leiten, vorzubereiten oder an ihnen teilzunehmen hat, sondern auch als Führer zum selbständigen Einarbeiten in die experimentelle Pflanzenphysiologie willkommen sein.

Braun, Berlin-Dahlem.

Schiemann, E., Entstehung der Kulturpflanzen (Handb. d. Vererbungswissenschaft, III) 377 S. Verlag Gebr. Borntraeger, Berlin, 1932. Subskriptionspreis 40,—, Einzelpreis 50,— M.

Ein halbes Jahrhundert ist dahingegangen, seitdem De Candolle sein bekanntes Werk „Origine des plantes cultivées“ der Öffentlichkeit übergeben hat. Obwohl sich manche der damals von ihm vertretenen Thesen als überholt oder korrekturbedürftig herausgestellt haben und obwohl die Fülle des inzwischen erarbeiteten Erkenntnismaterials, die weit über das Maß des damals Bekannten hinausgeht, nach einer Neudarstellung des ganzen Problemkreises drängte, hat der „De Candolle“ bis in die jüngste Zeit hinein keinen Nachfolger gefunden und so seine Stellung als Standardwerk auf dem Gebiete der Entstehungsgeschichte der Kulturpflanzen behauptet. Hieran konnten auch die Schriften von Solms-Laubach, Schulz, Koernicke, Thellung, von Vavilov und seiner Schule nichts ändern, da sie entweder nur Teilprobleme behandelten oder den mit der Entstehung der Kulturpflanzen verknüpften Problemkreis von einem mehr oder weniger einseitigen Standpunkt aus zur Darstellung brachten.

Den Versuch einer auf breiter Basis fundierten Darstellung der Entstehung der Kulturpflanzen bringt das vorliegende Buch. Um es vorweg zu sagen: Die Verfasserin hat hiermit ein Werk geschaffen, das sich ebenbürtig an die Seite des „De Candolle“ stellen kann. Dies muß umso mehr gewürdigt werden, als der Bearbeiter von heute vor einer schier unübersehbaren Fülle der Literatur steht, die auf die verschiedensten Wissenschaftszweige verteilt ist. Hieraus ergibt sich, daß er heute, ungleich mehr als früher, „in den verschiedensten Sätteln gerecht sein muß“, um ein Werk vollbringen zu können, das jeder Kritik gewachsen ist. Denn wenn es zur Zeit De Candolles hauptsächlich die vergleichende Morphologie und Pflanzengeographie, die Archäologie, Geschichts- und Sprachforschung waren, die das Werkzeug lieferten, um „den Ursprung der Arten zu entdecken“, so sind es heute außerdem die Cytologie und die Serologie, die Bastardierungs- und Mutationsforschung, die in hervorragendem Maße zu der Klärung des ganzen Problems beigetragen haben. Hiermit mußte sich auch das Schwergewicht der Darstellung nach der genetischen Seite hin verlagern.

In der Gliederung des Stoffes weist das Schiemannsche Werk eine gewisse Übereinstimmung mit dem „De Candolle“ auf. Doch geht die Verfasserin in der Fragestellung über den von De Candolle vorgezeichneten Rahmen hinaus. Stand bei De Candolle die Frage nach dem Ursprung (Stammform, Heimat und Verbreitungsweg einer Kulturpflanze) im Vordergrund der Betrachtungen, so erweitert Schiemann die Fragestellung nach der evolutionistischen Seite hin, indem sie in die Erörterung auch die seit Darwin nicht minder wichtigen Fragen einbezieht:

- „1. Wie geht die Entwicklung vom Wild- zum Kulturtypus und
2. wie ist der heutige Formenreichtum zustande gekommen?“

Schiemann stellt wie De Candolle ihrem Werk einen methodischen Teil voran, in dem sie die einzelnen Methoden, „nach denen die Frage nach der Abstammung der Kulturpflanzen bearbeitet wurde,“ kritisch auf ihren Wert abwägt. Ähnlich wie dieser unterscheidet sie zwischen historisch-philologischen und biologischen Methoden. Besonders wertvoll ist der Abschnitt, in dem die sich aus der Vavilovschen Mannig-

faltigkeits- oder Genzentrentheorie (s. weiter unten) abzuleitenden Methoden behandelt werden.

In einem weiteren Kapitel unterzieht Schiemann Wild- und Kulturformen einer vergleichenden Betrachtung. Es werden die morphologischen und physiologischen Charaktere untersucht, durch die sich die Kultur- von der Wildform unterscheidet. Als Quelle von Neubildungen, die von der Wild- zur Kulturform führen, werden Mutation und Neukombination durch natürliche und künstliche Kreuzbestäubung angenommen.

Abgeschlossen wird der allgemeine Teil durch das Kapitel „Geographische Verbreitung“. Es werden sechs Entstehungszentren unterschieden:

1. Südwestasien (*Triticum vulgare* und *compactum*, Roggen, Linse, Luzerne u. a. m.),
2. Indien (Reis, Zuckerrohr, Baumwolle, tropische Früchte),
3. Der gebirgige Teil von China, Nepal und die angrenzenden Länder (Nackthafer, Nacktgerste, Hirse, Soja. viele Cruciferen, außerdem eine Reihe endemischer Obstarten),
4. Die gebirgigen Ufer des Mittelmeeres (*Avena byzantina*, *Vicia faba*, viele Gemüse, bestimmte Obstarten),
5. Das gebirgige Nordostafrika (*Triticum durum* und *turgidum*, Erbsen u. a. m.),
6. In der neuen Welt: Mexiko, Guatemala, Columbien, Peru und Bolivien (Kartoffel, Tomate, Tabak, Mais, Kürbis, *Phaseolus*).

In diesem Kapitel erfährt auch die Vavilovsche Genzentrentheorie eine besondere Würdigung, nach der die Mehrzahl der Typen einer Kulturpflanze, die sich im gesamten Verbreitungsgebiet finden, auch in den Hauptzentren vertreten ist; hier, in den Bezirken stärkster Variabilität, ist auch ein großer Reichtum an Endemismen, die nicht an der Peripherie des Verbreitungsgebietes vertreten sind, festzustellen, und hier wäre auch das Ursprungszentrum einer Art zu vermuten. Im Anschluß hieran diskutiert Schiemann die Frage nach der mono- oder polyphyletischen Abstammung unserer Kulturpflanzen. Sie weist darauf hin, daß „eine ganze Anzahl, darunter einige der wichtigsten Kulturpflanzen, ein doppeltes Mannigfaltigkeitszentrum aufweisen“. Zur Erklärung könnte man, so für manche Leguminosen, annehmen, „der wilde Urtypus selbst habe eine Verbreitung über das ganze in Frage kommende Gebiet gehabt; er sei dann an den sehr entfernt liegenden heutigen Mannigfaltigkeitszentren in Kultur genommen und habe dabei den oben geschilderten Formreichtum an zwei Stellen, unabhängig voneinander, entwickelt — die Kulturform ist im wahren Sinne polyphyletisch“. Eine andere Erklärung bringt Schiemann für den Weizen und die Gerste, für die ebenfalls zwei deutlich abgegrenzte Mannigfaltigkeitszentren — Abessinien und Mediterrangebiet auf der einen und Südwest-Zentralasien bis Europa auf der anderen Seite — bekannt sind. Zwischen diesen beiden Gebieten schaltet sich Vorderasien als Länderbrücke ein. Da Vorderasien das heutige Areal der Wildgetreide ist, wäre hier der Ausgangspunkt der Entwicklung zur Kulturform zu suchen. Von hier müsse sich die „Art“ (die „Wildart im natürlichen Entwicklungsprozeß“) weiter verbreitet haben, „bis sie im Süden in Abessinien, im Osten im innerasiatischen Hochland an eine klimatische Grenze ihrer Verbreitung kam, die sie nicht zu überschreiten vermochte. Sie staute sich — und weil nun die Formen am Weiterwandern ver-

hindert waren, entstand das, was Vavilov ein Mannigfaltigkeitszentrum nennt — an der Peripherie des Gesamtverbreitungsareals. Daß die Gerste hierbei ihre östliche Grenze weiter ausstreckte als der Weizen, kann nicht wundernehmen; ist sie doch auch in ihrer rezenten Verbreitung überall über die Grenzen des Weizenareals hinausgegangen.

Nur in diesem Sinne sind Weizen und Gerste polyphyletisch.

Dem allgemeinen Teil schließt sich der spezielle an. Bei der Auswahl der zu behandelnden Kulturpflanzen hat sich die Verfasserin eine gewisse Beschränkung auferlegt. In erster Reihe sollten die Kulturpflanzen von weltwirtschaftlicher Bedeutung behandelt werden und dann sollten vor allem auch diejenigen berücksichtigt werden, „die von phylogenetischer und genetischer Seite aus wissenschaftlich eingehender bearbeitet sind“. Es ist zu verstehen, daß die Verfasserin die Getreidearten mit besonderer Liebe behandelt hat, deren Genetik und Phylogenie sie schon seit längerer Zeit beschäftigt. Besonders wertvoll ist das Kapitel, in dem die verschiedenen Theorien über den Ursprung der hexaploiden Weizen behandelt werden. Hier finden wir eine klare und erschöpfende Darstellung eines Gebietes, das einem Außenstehenden, der es sich nicht als eigenste Arbeitsdomäne gewählt hat, nur sehr schwer zugänglich ist.

Außer den Getreidearten werden Lein, Kartoffel, Tomate, die wichtigsten Cucurbitaceen, verschiedene Leguminosen, die Zuckerrübe, dann ziemlich restlos die zu den Cruciferen gehörenden Nutzpflanzen und die wichtigsten Obstarten, darunter auch ziemlich ausführlich der Wein, behandelt. Als besonders wertvoll verdienen die gut ausgewählten Abbildungen und tabellarischen Übersichten hervorgehoben zu werden. Für einige Kulturpflanzen bringt die Verfasserin am Schluß des jeweiligen Kapitels eine gedrängte Übersicht über das bisher bekannt Gewordene, so daß sich der Leser schnell einen Überblick über den derzeitigen Stand unserer Kenntnisse verschaffen kann.

Es würde zu weit führen, auf den Inhalt der einzelnen Kapitel des speziellen Teils einzugehen. Der Leser möge das Original einsehen. Und jeder, der dieses Werk in die Hand genommen hat, wird der Verfasserin Dank wissen für die mühevollen Arbeit. Denn es ist mehr als eine rein „buchmäßige Verarbeitung“ der bisher erarbeiteten Kenntnisse. Es ist die organische Synthese einer vorher schier unübersehbaren Vielheit von Einzelheiten, die, jetzt zur Einheit gefügt, erst so deutlich zeigen, welchen weiten Weg vielfach die Entwicklung gehen mußte, um dem Menschen die Kulturpflanze, die letzten Endes die Basis aller menschlichen Kultur ist, zu schenken.

K. O. Müller, Berlin-Dahlem.

Snell, K. Die Lichtkeimprüfung zur Bestimmung der Sortenechtheit von Kartoffeln. 2. Aufl. Paul Parey, Berlin 1932. Brosch. 2,80 RM.

Gegenüber der als Heft 34 der Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft erschienenen 1. Auflage ist die 2. wesentlich geändert worden. Innerhalb der beibehaltenen Gliederung in einen allgemeinen und einen speziellen Teil ist ersterer durch eine kurze Beschreibung der Knollenmerkmale, soweit sie für die Aufgaben der Lichtkeimprüfung von Wichtigkeit sind,

erweitert worden. Vor allem aber sind drei neue Merkmale am Lichtkeim als sortencharakteristisch herausgefunden worden, die Beschaffenheit der Wurzelhöcker, der Lentizellen und der Seitentriebe und -knospen. Damit konnte die Bestimmung der Sortenechtheit bedeutend verfeinert und ihre Zuverlässigkeit erhöht werden. Der spezielle Teil hat eine Umgestaltung entsprechend dem im Laufe der Jahre vor sich gegangenen Wandel auf dem Sortenmarkt erfahren. Insgesamt sind 191 Sorten in die Lichtkeimbeschreibung aufgenommen worden. Für jeden, der mit der Lichtkeimprüfung zu tun hat, ist das Büchlein in seiner neuen Form ein unentbehrliches Rüstzeug.

Braun, Berlin-Dahlem.

Stehli, G. Mikroskopie für Jedermann. Mit 113 Abb. im Text. Frankhsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1922. Kart. 2,80 RM., geb. 3,20 RM.

Der Untertitel dieses Bändchens heißt: „Eine methodische erste Einführung in die Mikroskopie mit praktischen Übungen“ und besagt, daß es sich hier um einen praktischen Führer für Anfänger in das Gebiet der Mikroskopie handelt. Es werden zunächst das Mikroskop und die erforderlichen Präparier- und Hilfsgeräte dargestellt und ihr Gebrauch erläutert. Sodann werden eine große Zahl von Präparaten aus den verschiedenen Gebieten der Naturwissenschaften beschrieben, so daß der Leser einen Einblick in die Kleinwelt erhält, die ihn anregen, erfreuen und belehren soll. Da auch die Anfertigung von Dauerpräparaten und die Handschnittechnik behandelt wird, so dürfte das Bändchen für den Liebhaber als eine sehr brauchbare Anleitung zu bezeichnen sein.

Snell.

Zander, R. Handwörterbuch der Pflanzennamen und ihre Erklärungen. 2. Aufl. Verlag Gärtnerische Verlagsgesellschaft, Berlin 1932.

Verfasser befaßt sich in diesem Buch mit den Pflanzennamen, die für den Gärtner und Gartenliebhaber in Betracht kommen und sucht auf Grund der in der Botanik allgemein gültigen Regeln ihre Schreibweise und Aussprache zu erklären. Dazu kommt auch eine Erklärung der gebräuchlichen Zeichen und Abkürzungen zur Kennzeichnung der Pflanzen wie „ausdauernd“, „Warmhauspflanze“ u. dergl. und der Autorennamen. In zwei Übersichten wird das System des Pflanzenreiches nach Engler-Gilg, Syllabus der Pflanzenfamilien, dargestellt und die Familien und Gattungen in alphabetischer Reihenfolge mit den für Herbarien wichtigen Nummern angegeben. Den Hauptteil des Buches bildet eine alphabetische Liste der Gattungen und Arten mit Angabe der Aussprache, der Synonyme, der Varietäten und Formen, der Autorennamen u. dergl. Im Anschluß daran folgt eine alphabetische Liste der deutschen Pflanzennamen mit Hinweisen zur Auffindung der Botanischen Namen und ein für das Verständnis der Pflanzennamen sehr wertvolles alphabetisches Verzeichnis der Artnamen mit Übersetzung, Trennung in Stammwörter, Vor- und Endsilben. Das Handwörterbuch dürfte allen, die mit gärtnerischen Pflanzennamen zu tun haben, als Nachschlagebuch willkommen sein.

Snell.

Neue Mitglieder und Adressenänderungen im Mitglieder- verzeichnis der Vereinigung für angewandte Botanik.

Neue Mitglieder.

- Breuninger, Dr. W., Württemberg. Landessaatzuchtanstalt, Hohenheim bei Stuttgart.
- Fruth, Dr. Hans, Diplomlandwirt, Lager Hammelburg (Unterfrank.).
(Angemeldet durch: Raum, Weihenstephan.)
- Mäckel, Dr. Hans Georg, Assistent am botanischen Institut der landwirtschaftlichen Hochschule, Berlin N 4, Invalidenstr. 42.
(Angemeldet durch: Mevius, Berlin.)
- Meißner, Saatzuchtdirektor, Badische Landwirtschaftskammer, Karlsruhe (Baden), Stephanienstr. 43.
- Oswald, Dr. W., Luzern.
- Radeloff, Dr. Helmut, Wiss. Hilfsarbeiter am Institut für angewandte Botanik, Hamburg 36, Bei den Kirchhöfen 14.
(Angemeldet durch: Bredemann, Hamburg.)
- Wakar, Prof. B. A., Sibirisches landwirtschaftliches Institut, Omsk, U. S. S. R.
- Werner, Dr. Wilhelm, Diplomlandwirt, Leiter der Hauptstelle für Pflanzenschutz im Gebiet der Freien Stadt Danzig, Danzig, Sandgrube 21.
(Angemeldet durch: Heuser, Danzig.)

Adressenänderungen.

Berichtigungen, Ergänzungen.

- Coleman, Dr. Leslie, Director of Agriculture, Mysore State, Bangalore, India.
- Hellmann & Teilh, Warchau, Post Großwusterwitz.
- Houben, J., Dr. phil. Dr.-Ing. e. h., a. o. Professor der Chemie an der Universität Berlin, Oberregierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19. Privatwohnung: Dahlem, Podbielski-Allee 70. Lebensl. Mitglied.
- Naumann, Dr., Direktor d. agrikulturchemischen Kontrollstation, der Landwirtschaftskammer für die Provinz Sachsen, Halle a. d. S., Karlstr. 10.
- Janetzki, Oberamtmann, Ostrosnitz (Kandrzin-Land).
- Schumacher, Dr. Walter, Diplomlandwirt, Fahlberg-List A.-G., Chemische Fabriken, Magdeburg, Tauentzienstr. 5.
- Schwier, Julius, Prokurist der Pflanzenschutz-G. m. b. H., Hamburg 36, Alsterterrasse 2.
- Tomaszewski, Dr. W., Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.
- Ziegler, Dr. A., Bayerische Hauptstelle für Rebenzüchtung, Würzburg, Sartoriusstr. 4.

Personalmeldungen.

Am 6. Februar d. Js. verstarb unser langjähriges Mitglied Professor Dr. Paul Graebner im Alter von 61 Jahren. Der Verstorbene, der als Custos am Botanischen Garten und Museum in Berlin-Dahlem wirkte, hatte sich neben seinen allgemein systematischen Studien insbesondere der Erforschung der Nutzpflanzen gewidmet. Wie schon gelegentlich seines 60. Geburtstages betont wurde, war er der Mitbegründer dieser Zeitschrift und Schriftleiter der ersten acht Bände. Wir werden sein Andenken stets in Ehren halten!

Am 14. Februar verstarb der Direktor des Kaiser Wilhelm-Instituts für Biologie in Berlin-Dahlem Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Correns im 69. Lebensjahr.

Einladung

zur Teilnahme an der Tagung 1933 der Vereinigung für angewandte Botanik.

Die Tagung wird gemeinsam mit der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik in der Woche nach Pfingsten in Dresden stattfinden. Es ist das folgende Programm in Aussicht genommen:

Dienstag, den 6. Juni: Begrüßungsabend.

Mittwoch, den 7. Juni, vormittags: Gemeinsame Sitzung mit der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik in der Technischen Hochschule, Bismarckplatz 18.

Nachmittags: Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Donnerstag, den 8. Juni, vormittags: Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik und wissenschaftliche Sitzung.

Nachmittags: Fortsetzung der Vorträge.

Freitag, den 9. Juni: Sitzungen in Tharandt.

Sonntag, den 10. Juni: Exkursion in die Sächsische Schweiz.

Sonntag, den 11. Juni: Exkursion ins Erzgebirge.

Das endgültige Programm der Tagung wird im Mai versandt werden.

Vorträge sind beim Vorsitzenden, Geheimrat Professor Dr. Appel, Berlin-Dahlem, Biologische Reichsanstalt, bis zum 20. April anzumelden, damit die Titel noch in das Programm aufgenommen werden können.

Auf der beigelegten Karte wird um vorläufige Anmeldung zu der Tagung gebeten, womöglich unter Angabe der Personenzahl, damit ein Überblick über die ungefähre Teilnehmerzahl gewonnen werden kann.

Über die Ursachen der Apoplexie bei den Steinobstbäumen¹⁾.

II.

Von

Prof. Dr. K. Schilberszky.

(Aus dem Institut für Phytopathologie der Universität in Budapest.)

Im ersten Teil dieses Artikels (XIV. Band, 1932) wurde bereits erwähnt, daß die Apoplexie eine naturgemäße Folge verschiedener schädigender ökologischer Umstände sein kann, welche einzeln betrachtet ihrem Charakter nach voneinander zwar wesentlich abweichenden Faktoren entsprechen, jedoch schließlich gleichartige Wirkungen erzielen, weil sie dieselben physiologisch-pathologischen Änderungen hervorzurufen fähig sind, die sich in der Gummifizierung bestimmter Gewebeelemente offenbaren. Es wurde darauf hingewiesen, daß das pathologisch entstandene Gummi die eigentliche, unmittelbare Ursache der eintretenden Apoplexie ist, da durch dasselbe Verstopfungen in den wasserleitenden Elementen zustande kommen und hierdurch das unaufhaltbare Absterben erfolgt.

Die bisher behandelten Faktoren bezogen sich auf Frostwirkungen und Bodenbeschaffenheiten. In den weiteren Verhandlungen soll überdies auf andere ökologische Umstände hingewiesen werden, die gleichfalls mit Gummibildung reagieren, und zwar: Wundbildungen, Einfluß der Unterlagen, indirektes Verhalten von Pilzparasiten und die Rolle der *Valsa*- (*Cytospora*-) Arten. Bei der Frage nach den Unterlagen sind (gewissermaßen gleichfalls) Wunderscheinungen einbegriffen, dennoch müssen die dabei entstehenden Gewebenekrosen ihres eigenartigen Charakters wegen selbständig behandelt werden, um so mehr als es sich dabei vornehmlich um einen Verwachsungsprozeß zweier Individuen handelt, wobei schädigende Momente als Grundlage der Apoplexie wirksam sein können.

¹⁾ Vorgelegt in der Sitzung der IV. (mathem.-naturw.) Klasse der Szent István Akademie am 19. Februar 1932.

Wundbildungen.

Von den aus verschiedenen Ursachen entstehenden Wundbildungen ist allgemein bekannt, daß sie gewöhnlich eine Gummosis auslösen, und zwar im Verhältnis zur Ausbreitung der Wundflächen, denn die lokalen Wundstellen wirken meist nur in einem begrenzten Umkreis der betreffenden Teile. Bei häufigem Vorkommen von Wunden, z. B. am Kronensystem, können sich einzelne Gummosen zu einem größeren Komplex vereinigen. So können sich auch allgemein zerstreute nekrotische Vorkommnisse (z. B. Hagelwunden) auf die physiologische Tätigkeit des ganzen Baumes auswirken. Wenn Gummiherde bei den Amygdalaceen an den Wundstellen auftreten, so wird nicht ein neuer physiologischer Prozeß ausgelöst, sondern ein normaler Vorgang verläuft übernormal (Dr. J. Grüss).

In die Kategorie von Wunden gehören ferner die bei den Baumanpflanzungen übermäßig verursachten Wurzel- und Kronenverstümmelungen. Bei Entfernung von Wurzel- oder Kronenteilen sollte man für möglichst glatten Schnitt, weil sonst die Wunden nicht rasch vernarben und nachträglich schadhafte Komplikationen, Infektionen eintreten können. Wenn Bäume zur Förderung der Wundheilung geschröpft werden müssen, so darf das Holz durch die 2—3 parallel laufenden Rindenschnitte nicht verletzt werden. An Steinobstbäumen soll die Kronenlichtung oder der Verjüngungsschnitt im Gegensatz zu den Pomaceen nur gegen Ende der Vegetationsperiode, in den Monaten August-September ausgeführt werden. Wunden können ferner sowohl äußerlich durch Tierfraß (Rotwild, Hasen, Wühlmäuse) entstehen, als auch innerlich durch Fraßgänge verschiedener Insektenlarven (Weidenbohrer, Blausieb, Borkenkäfer). Von Witterungseinflüssen sind Frostkrebs, Frostrisse, Hagelwunden, Blitzspalten, Rindenschälungen und Borkenwurf zu nennen. Für eine große Reihe von parasitären Wundbildungen sind sehr viele Pilzarten verantwortlich zu machen (Schorfpilze, Krebserreger, Holzfäule verursachende Baumschwämme), die durch ihr Überhandnehmen auf indirekte Weise schädigend mitwirken.

Einfluß der Unterlagen.

Nicht allein die unrichtig gewählten Unterlagen, sondern auch die fehlerhaft ausgeführten Veredlungen können unter gewissen Umständen die Auslösung gummifizierender Faktoren begünstigen,

wenn Pfropfungen und Okulierungen unvollkommen vernarben. Dieses sind Fragen, die bei dem vorliegenden Problem in besonderer Weise berücksichtigt werden müssen.

Leider war es im Laufe meiner Untersuchungen in manchen erwünschten Fällen unmöglich, die noch lebenden und nur zum Teil schlagflüssigen Bäume von den Eigentümern zu Untersuchungszwecken zu erhalten. Nur einige Bäume wurden hierzu ausgeliefert. Leichter war dagegen das Material in jenen Fällen zu erlangen, in denen der ganze Baum abgestorben war. Die Erfahrungen, die ich an diesen Bäumen sammeln konnte, belehrten mich über verschiedene bemerkenswerte Umstände, die ihr Eingehen hervorriefen. Bei einem 16 jährigen Aprikosenbaum z. B. (Sorte Ungarische Beste) in einem Obstgarten in Nagytétény (bei Budapest), bei dem als Unterlage nach der Aussage des Züchters Bittermandel diente, war nahe oberhalb der Propfstelle ein reichlicher Gummifluß ringsum vorhanden; am Querschnitt des Stammes befanden sich in der ganzen äußeren Hälfte des Durchmessers an zwei abgesonderten Stellen profuse Gummimassen. In einem anderen Falle, von dem † Kgl. Garteninspektor F. Lázár darauf aufmerksam gemacht, sah ich in einem Obstgarten zu Verezegyház mehrere Aprikosenbäume der Sorte „Nancy“ mit unbekannter Unterlage, die allem Anschein nach infolge einer zu tiefen Pflanzung in einem Sandboden an einem vorgeschrittenen Gummifluß litten.

Nach meinen vielfachen Beobachtungen und diesbezüglichen Aufzeichnungen werden die Aprikosenbäume öfter von der Apoplexie heimgesucht, wenn sie auf Pflaumen (*Prunus domestica* L. var. *hungarica*) oder auf *Pr. myrobalana* L. veredelt worden sind; dieselbe Ansicht wurde auch von E. Plankh¹⁾ und Ch. Chabrolin²⁾ geäußert. In einigen Fällen konnte ich beobachten, daß die ungünstige Pflaumenunterlage nach dem apoplexischen Tod der Aprikose weiter lebte und Wurzelsprosse austrieb, ein Beweis, daß das Wurzelsystem normal funktionierte und Wurzelschimmel nicht vorhanden war. Dagegen sah ich an Aprikosen auf Wildaprikosenunterlagen, sowie bei Kirschensorten auf Wildkirschen veredelt, nur sehr selten apoplexische Erscheinungen, wenn nicht für das Übel ganz andere Ursachen vorlagen, wahrscheinlich wegen einer auf Gewebeaufinität beruhenden Koexistenz normaler ernährungs-

¹⁾ Bericht der höheren Bundesanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau, Klosterneuburg, für die Jahre 1925—1927 (1928), S. 43.

²⁾ Annales des Épiphyties, 1924, p. 268.

physiologischer Vorgänge. Bei den nicht entsprechenden Unterlagen besteht nämlich der nachteilige Umstand wahrscheinlich in der durch Gewebedifferenzen bedingten ungleichen Saugkraft im Verhältnis der Unterlage zum Pfropfreis. Schlagflußerscheinungen sind auch an *Vitis vinifera* beobachtet worden, wenn zur Veredlung gewisse amerikanische Rebenarten dienten (E. Plankh), wobei zu bemerken ist, daß hierbei die aus diesem Grunde entstandene Gummibildung als Urheber des Vorganges anzusehen ist, da bekannterweise bei der Weinrebe auch aus anderen Gründen pathologische Gummibildungen vorzukommen pflegen (z. B. bakteriöse Gummosis).

Den oben angeführten Beobachtungen stehen die Angaben von D. von Angyal über Steinobstunterlagen gegenüber, nach denen die auf *Prunus myrobalana* L. und Wildaprikose veredelten Aprikosenbäume das Übel häufiger erleiden, als jene auf Pflaumenunterlage. Diese Ansicht wird auch von dem französischen Pomologen Simon Louis (Orléans) vertreten. Somit wären die Ansichten über *Prunus myrobalana* übereinstimmend, wogegen sich bezüglich der Pflaumenunterlage ein Widerspruch zeigt. † A. Raab¹⁾, der frühere Obergärtner der Kgl. ung. Gartenbaulehranstalt, führt für Aprikosenveredlungen je nach der Bodenbeschaffenheit folgende gebräuchliche Unterlagen an: 1. für das Hochland: Wildaprikose, 2. für bündige und kalkreiche Böden: Bittermandel, 3. für humusreiche und feuchte Böden: St. Julien-Pflaume (*Prunus insititia* L.), 4. für Zwergbaumzucht; Schlehdorn und Toulouser Pflaume. Ich möchte darauf hinweisen, daß dieser Auswahl des Züchters, die auf Erfahrungen beruhte, möglicherweise eine Beziehung zwischen Unterlagsart und den speziellen Bodenverhältnissen zugrunde liegt. Sie kann eine direkte Wachstumsabhängigkeit der Unterlage von der Bodenart sein, sie kann aber auch dadurch gegeben sein, daß aus einem bestimmten Zusammentreffen von Unterlagsart und Bodencharakter ein günstiges physiologisches Zusammenwirken von Unterlage und Edelreis resultiert. Bei der Auswahl der Unterlagen müßte aber dennoch das Hauptgewicht auf die Erkenntnis der anatomisch-physiologischen Verhältnisse gelegt werden, da diese hinsichtlich der günstigen Entwicklung viel mehr in die Waagschale fallen, als die Bodenbedürfnisse der artverschiedenen Unterlagen. Daher müssen alle Beziehungen gemeinschaftlich einer kritischen

¹⁾ Kis Kertész (Der kleine Gärtner), Budapest, 1911, S. 222.

und einer speziellen Untersuchung unterzogen werden, weil nach den bisherigen auseinandergehenden Ansichten die Frage nicht genügend geklärt zu sein scheint. Wird es gelingen, diesen Sachverhalt endgültig festzustellen, so wird außer den züchterischen Vorteilen, die zu erlangen sind, auch ein praktisch verwertbarer wichtiger Stützpunkt gegen diesen wesentlichen Faktor des durch die Gummosis bedingten Schlagflusses zu finden sein.

Nach den kritischen Mitteilungen des Direktors der Kgl. ung. Gartenbaulehranstalt M. Mahács über die Unterlagen der Aprikose und des Kirschenbaums entnehme ich folgende wertvolle Angaben: 1. Für Aprikosen bieten die Pflaumen im allgemeinen keine idealen Unterlagen, da die Verwachsung sich niemals als vollständig erweist, weshalb solche Bäume durch Stürme leicht Brüche erleiden. Eine Ausnahme bildet die rotfrüchtige Pflaume (*Prunus domestica* L. var. *hungarica*), auf welcher die Aprikose langlebig wird und angeblich vom Schlagfluß seltener heimgesucht wird. Die natürlichste Unterlage für die Aprikose ist ihr eigener Wildsämling, der die besten Veredlungsergebnisse liefert. *Prunus myrobalana* L. ist insofern nachteilig, weil diese Unterlage ihr Wachstum im Herbst spät beendet, daher das Holz der Pfröpfe in manchen Jahren nicht genügend ausreift, außerdem ist die Verwachsung der Symbionten keine vollständige. Nach A. Carderot¹⁾ wird die Aprikose auf *Prunus myrobalana*-Unterlage zum Schlagfluß befähigt. Auf Bittermandel ist die Aprikose verhältnismäßig von kurzer Dauer, die Verwachsung ist nicht fest, und bei Sturm leicht brüchig. Auf Pfirsichsämlinge veredelt gedeihen zwar die Aprikosen rasch, fruchten bald, erreichen aber niemals ein hohes Alter. (Bei Aprikosen auf Pfirsichunterlage konnte ich bisher keine Apoplexie beobachten. Es kann aber auch sein, daß ich lediglich deshalb keine Gelegenheit zur Beobachtung hatte, weil die Verwendung dieser Unterlage eine Seltenheit ist. — Verf.) 2. Für Kirschen bieten die Wildkirschen entsprechende Unterlagen, besonders bei Kronenveredlungen, weil dann der Vorteil vorliegt, daß der Wildstamm abgehärtet ist und den Frösten leichter widersteht, wie auch weniger der Gummosis ausgesetzt ist. Die Wurzelveredlungen auf Wildkirschen gehen nicht so leicht an, wie auf der türkischen Weichsel (*Prunus Mahaleb* L.), und die Pfröpfe gedeihen langsamer, weshalb sich die Baumschulenzucht mindestens um ein Jahr ver-

¹⁾ Journ. d'Agric. Pratique, XXXVIII, 1922, p. 271.

zögert. Dabei ist der Verwachsungsprozeß auf der Wildkirsche besser als auf der türkischen Weichsel, der Baum erreicht ein höheres Alter. Die auf türkische Weichsel veredelten Kirschenbäume gedeihen im vorgerückten Alter schwächlich, die Fruchtbarkeit sinkt rascher und die Bäume werden kurzlebig. Wenn ich die Überzeugung, die ich bei der Beachtung der pathologischen Probleme gewonnen habe, mit diesen Angaben vergleiche, so finde ich eine auffallende Übereinstimmung mit der Verwendung einzelner Unterlagen hinsichtlich einer Neigung zur Apoplexie bzw. einer Disposition zur Gummosis. Demnach erweisen sich also für die Aprikosen: Pflaumen und Kirschenpflaume (*Prunus myrobalana*) als weniger günstig, dagegen Wildaprikose als entsprechend; für Kirschen ist die Wildkirsche eine ideale Unterlage. Es ist eine allgemeine Erfahrung, daß jede Obstbaumgattung auf ihrer eigenen wilden Unterlage langlebig und sehr wenig der Apoplexie ausgesetzt ist. Obzwar sich die auf Kirschenpflaume veredelten Aprikosen als weniger vorteilhaft erweisen, haben die Baumschulen eine Vorliebe für diese Unterlage, weil solche Veredlungen in höheren Prozentsätzen gelingen (Wildaprikose = 45 %, *Myrobalana* = 85 %), und bei den letzteren die Rinde sich viel leichter löst. Außer diesem Vorteil bieten die *Myrobalana*-Pfröplinge kräftige Pflanzen. Für kühle Gegenden mit kurzer Vegetationszeit, sowie in lehmigen Böden ist jedoch diese Unterlage nicht geeignet, weil die Zweige nicht gehörig ausreifen und deshalb erfahrungsgemäß einem partiellen oder totalen Erfrieren ausgesetzt sind (1879—80, 1928—1929), wobei die überstandenen kränkelnd und gummiartig werden. In einer Handelsgärtnerei (A. Weintegl-Budapest) standen 4 Aprikosenbäume (1 Ungarische Beste, 1 Ananas, 2 einheimische „Keckskemét“-Sorte) knapp nebeneinander angepflanzt. Die Bäume befanden sich infolge des erlittenen harten Winters 1929 (am 10. Februar = -32°C) in beständiger Vor-erkrankung und starben im Juni 1932 zu gleicher Zeit unter typischen Anzeichen von Apoplexie ab. Diese Bäume waren auf *Pr. myrobalana* veredelt und am 25. August waren sämtliche Unterlagen in wucherndem Wachstum ausgetrieben. Nach den Angaben von F. E. Stewart, F. M. Rolfs und F. H. Hall¹⁾ ist Apoplexie auf *Prunus Simoni* und *P. Mariana* vorgekommen; es werden die Unterlagen beschuldigt, da in der Nähe der Veredlungen an der Rinde eine Sprödigkeit wahrgenommen wurde.

¹⁾ New York Agric. Exper. Stat., Bull. 191, 1900, p. 291.

Hinsichtlich der Okulanten wären folgende Gesichtspunkte zu beachten. Bei empfindlichen Sorten sollen Wildlinge zu Hochstämmen erzogen werden, um Bäume zu haben, die gegen Fröste widerstandsfähiger sind. Sowohl die Unterlagen als auch die Edelsorten weisen verschiedene Kälteempfindlichkeit auf, wodurch eine von Frost bedingte Disharmonie physiologische Störungen verursachen kann, falls die Frostwirkung nur eine Abschwächung und keinen Tod zur Folge hat. Es kommt oft vor, daß die Bäume nur oberhalb der Veredlungsstelle frostleidend oder erfroren sind. Es muß vor Augen gehalten werden, daß die Okulanten keine selbständigen Individuen sind, insofern die Edelsorte auf einen physiologisch ganz verschiedenen Wildling veredelt ist, und die Unterlagen viele Unterschiede für die Kälteempfindlichkeit bieten. Es muß daher dahin getrachtet werden, solche Unterlagesorten als Stammbildner zu verwenden, die womöglich winterhart sind. Beständige Vorteile werden sich dann ergeben, wenn die als wertvoll erkannten Sämlingstypen selektiert und nachher vegetativ vermehrt werden. Die Wildlingsstämme bieten eine wichtige Grundlage für die Frostfestigkeit der Bäume. Wenn die Wildlingsfrage derartig gelöst ist, dann muß die Frage der Edelsorten hinsichtlich der Stammbildung nach selektivem Verfahren ähnlich gelöst werden. Diese Bestrebungen sind Zukunftsaufgaben, die besonders den staatlichen Versuchsanstalten vorbehalten bleiben sollen.

Wildaprikosen sind für Aprikosenstämme sehr geeignete Unterlagen. Für Pflaumen ist zurzeit keine ganz ideale Hochstammunterlage gefunden. Für Kirschen ist die weißbrindige Vogelkirsche (*Prunus avium* L. var. *silvestris* DC.) noch unübertroffen. E. Marchal¹⁾ ist der Ansicht, daß die ein kräftiges Wachstum anregenden Unterlagen die Krankheit prädisponieren, besonders bei reichlicher Stickstoffdüngung.

Aller Wahrscheinlichkeit nach ist die Verwachsung der weniger geeigneten Unterlagen mit dem Edelreis mehr oder weniger unvollkommen, weil durch die abweichende anatomische Struktur der Berührungsflächen der Symbionten eine Verschiebung, d. h. eine Dissoziation der anliegenden Gewebeelemente erfolgt, wodurch die Kontinuität der Leitbahnen teilweise unterbrochen wird. Beim Veredlungsvorgang werden Zellen getötet; das physiologische Verhalten der an der Wundfläche lebenden Zellen ist entsprechend ihrem Alter und ihrer anatomischen Beschaffenheit verschieden,

¹⁾ Éléments de pathologie végétale, 1925, p. 143.

weshalb auf der Verwachsungsfläche leblose Lücken entstehen. Dazu ist auch in Betracht zu ziehen, daß die intrakambialen Gewebelemente bei der Verwachsung weniger beteiligt sind, vielmehr bloß eine Wundschutzrolle spielen¹⁾. Von der physiologisch ausgeschalteten Zahl der Symbiontenzellen hängt einerseits die Art und Weise sowie der Grad der Verwachsung ab. Die Wundflächen der Unterlage und des Edelreises sind manchmal nicht von gleicher Entwicklung, was eine schwächere Kallusbildung zur Folge hat und daher keine kräftige Verbindung zwischen den Symbionten ermöglicht. Wenn ferner die Veredlungsflächen nicht richtig zusammenliegen, sondern seitlich oder senkrecht verschoben sind, so kann dieser Umstand auch zu einer unvollkommenen Veredlung beitragen, deren Wirkung sich später am Pfröplling offenbart. Es ist auch vorauszusetzen, daß die chemische Beschaffenheit des Zellsaftes und die Protoplasmastruktur der verschiedenartigen Symbionten derartig abweichend sind, daß infolgedessen in der physiologischen Tätigkeit Störungen entstehen können, wobei die zellbiologischen Zustände sich verändern. Meine Beobachtungen lehren, daß, je größer die wuchernde Pfröpfstelle oberhalb der Veredlung ist, um so schwächer auch der Aufbau des Pfröpllings ist, sei es infolge einer schlecht gelungenen Veredlung oder infolge der Unterlagenqualität. Überhaupt wird durch die Veredlung die Gewebebildung und die Wachstumspotenz der Pfröpllinge stets vermindert, womit das Bestreben zu einer reichlicheren Blütenbildung korrelativ verbunden ist, im Vergleich zu einem Sämling derselben Art oder Varietät, selbst auch dann, wenn der arteigene Wildling die Unterlage bildet, z. B. Aprikose auf Wildaprikose. Deshalb ist allgemein zu beobachten, daß die Pfröpllinge vielmehr Blüten ansetzen und fruchtbarer sind, wozu die Veredlungsstelle aus pathologisch-anatomischen Ursachen stimulierend mitwirkt.

Alle diese Komplikationen sind auf die Gewebegestaltung von wesentlichem Einfluß, da sie die Verwachsung der Symbionten mehr oder weniger zu hindern vermögen, in gewissen Fällen sogar das Schicksal des Edelreises ungünstig bestimmen können. Es ist auch zu beachten, daß bei den verschiedenen Veredlungsarten der Verwachsungsvorgang ungleich ist. Die innigste Gewebevereinigung kann mit Kopulation erreicht werden, wogegen beim gewöhnlichen Pfropfen der Mißerfolg häufiger ist, da hier auch

¹⁾ Landw. Jahrb., 37. Bd., Ergänz.-Bd. 4, 1908.

eine verzögerte Wundgenesung ungünstig wirkt. Bei der Aprikose können genügende Prozentsätze mit Okulation erlangt werden, im Vergleich mit dem Gebrauch von Edelreisern. Obzwar diese Erörterungen nur als theoretische Betrachtungen gelten und als physiologisch begründete Tatsachen bestehen, sind sie dennoch im praktischen Sinne unstreitbar auch von Belang, besonders wenn man sich vor Augen hält, daß bessere Resultate erzielt werden können, wenn mit einer gehörigen Auswahl der Unterlagen und den Veredlungsverfahren möglichst gelungene Pröpflinge hergestellt werden, die für züchterische Zwecke als befriedigende Objekte beurteilt werden können. Um die ungünstigen Folgen einer Tiefpflanzung zu vermeiden, worüber an anderem Orte verhandelt worden ist, müssen die auf Wildlinge veredelten Pfröpflinge mit dem Wurzelhals möglichst in die Bodenoberfläche gesetzt werden, eher etwas darüber als tiefer.

Pilzparasiten.

In meinen pflanzenpathologischen Vorlesungen weise ich auf die wiederholten Beobachtungen hin, daß gewisse parasitische Pilze infolge ihres massenhaften Vorkommens gleichfalls als Gummifikationsfaktoren wirksam sein können; in erster Reihe ist von diesen die häufig erscheinende *Ascospora Beijerinckii* Vuil.¹⁾ zu nennen, ferner die *Sclerotinia*- (Monilia-) Arten der Steinobstbäume, von denen *S. laxa* Aderh. u. Ruhl. auf Aprikosenbäumen, *S. cinerea* Schröt. an den übrigen Steinobstbäumen häufige und schwere Infektionen verursachen. P. Vuillemin äußerte sogar die Ansicht, daß: „als der Urheber des Kirschbaumsterbens in Frankreich das Konidienstadium von *Ascospora Beijerinckii* anzusehen ist, wobei jedoch die klimatischen Umstände (!) disponierend gelten“. Trotzdem die eben genannten Pilze durch ihren Parasitismus eine lokale Gummosis hervorrufen können, greift die Erscheinung auch auf entlegene Teile der Baumkrone über. Deshalb sind die postmortalen gummifizierenden Fernwirkungen näher zu verfolgen, mit besonderer Rücksicht auf die physiologischen Vorgänge der lebenden, jedoch unbetroffenen Gewebepartien. Beispielsweise ist auch bekannt geworden, daß manche Schizomyzeten eine Veranlassung zu

¹⁾ Synonyme: *Clasterosporium carpophilum* (Lév.) Aderh., *Coryneum Beijerinckii* Oud., *Phyllosticta Beijerinckii* Vuil. — Dr. F. L. Stevens, Plant disease fungi, 1925, p. 165: causing on drupaceous hosts spots on the leaf, fruit and shoots, accompanied by a gummi exudate.

einer Gummibildung geben; die Kirschenbäume werden z. B. häufig von *Bacillus spongiosus* Aderh. heimgesucht und dann durch den von Gummosis begleiteten Rindenbrand gefährdet. Diese Tatsache wurde von S. Kostytschew¹⁾ unbegründet geleugnet. In Kalifornien ist *Pseudomonas prunicola* auf Pflaumen- und Aprikosenbäumen, und *Ps. cerasi* auf Kirschenbäumen in Oregon ein häufiger Erreger des Gummiflusses²⁾. Über ein analoges Verhalten berichtet H. S. Fawcett³⁾ auch bei *Citrus*-Arten, wo die Pilze *Botrytis vulgaris* Fr. und *Pythiacystis citrophora* R. E. Smith in ähnlicher Weise Gummiausscheidungen verursachen. Infektionen mit Reinkulturen dieser genannten Pilze ließen eine Entstehung der Gummosis beobachten.

Meine Erfahrungen über die Einflüsse der Parasiten schließen sich den Veröffentlichungen Dr. M. W. Beijerincks⁴⁾ und Dr. W. Ruhlands⁵⁾ an. Auch Dr. W. M. Beijerinck⁶⁾ sah das Eintreten einer Gummibildung ohne äußere mechanische Verwundungen. Die durch parasitische Pilze verursachten Flecken und schorfigen Verunstaltungen sind nämlich, wenn sie auf den Blättern und Zweigen in epidemischer Weise erscheinen, in physiologischer Hinsicht als von gleichartiger Wirkung mit den Wunden aufzufassen. Ich möchte daher diese Pilzeinwirkungen und die Wundbildungen in ihren konsequenten Endergebnissen als analoge ungünstige physiologische Veränderungen bezeichnen und als Beweggrund hierfür im allgemeinen die jeweiligen nekrotisierenden Umstände hinstellen, da es sich in beiderlei Fällen eigentlich um ein Absterben von lebenden, bisher funktionsfähigen Zellkomplexen handelt.

Das Verhalten der Valsa-Arten.

In den letzten Jahren des vergangenen Jahrhunderts waren einige Pflanzenpathologen der Ansicht, daß an dem plötzlichen Baumsterben der Askomyzetenpilz *Valsa leucostoma* (Pers.) Fr.⁷⁾ schuldig sei. Die ungeschlechtliche Generation dieses Pilzes (*Cyto-*

¹⁾ Lehrbuch der Pflanzenphysiologie, 1926, S. 307.

²⁾ E. E. Wilson, Phytopathology, vol. 21, 1931, p. 1160.

³⁾ Monthly Bull. Stat. Comm. Hort., 1913, 2, p. 601.

⁴⁾ Sur l'excitation par traumatisme et parasitisme et l'écoulement gommeux chez les amygdalacées. Arch. néerland. sc. ex. et natur., sér. II, 11, p. 184.

⁵⁾ Über Arabinbildung durch Bakterien und deren Beziehung zum Gummi der Amygdaleen. Ber. d. deutschen Botan. Ges., 1906, S. 393.

⁶⁾ Kon. Akad. Wet., Amsterdam. Natuurkde, 1914, 23, p. 531.

⁷⁾ Syn.: *V. Persoonii* Nitschke, *Sphaeria leucostoma* Pers.

spora rubescens Frank war zuweilen an den vertrockneten Zweigen oder Ästen aufzufinden. Demgegenüber wies C. Wehmer¹⁾ darauf hin, daß dieser Pilz allein nicht fähig sei, den Tod hervorzurufen, da er sich nur auf bereits vertrockneten oder im Absterben befindlichen Stämmen oder Kronenteilen anzusiedeln imstande sei. Dieses Pilzvorkommen sei also bloß eine Folgeerscheinung des Baum- oder Aststerbens. Der Pilz sei nämlich zu den Hemiparasiten zu rechnen, der besonders auf solche Bäume angewiesen ist, die durch Frostunfälle, Wunden, Spitzendürre oder durch den Einfluß sonstiger nachteiliger Umstände eine Abschwächung in ihrem Gesamtorganismus erlitten haben und sich auf dem Wege der Vernichtung befinden, der aber niemals lebensfähige und kräftig gedeihende Bäume gefährdet. Dazu kann der mangelhafte Reifungszustand wesentlich beitragen, indem solche Bäume vom Frost zwar nicht getötet werden, wohl aber für die Pilzeinwanderung vorbereitet sind und dadurch eine Veranlassung zu einem späteren völligen Absterben geben. Deshalb sind bei der Pilzansiedlung die beeinflussenden promortalen Zustände und das saprophytische Verhalten des Pilzes zu studieren, da erst nach einer gewissen saprophytischen Lebensweise diese Pilzart zum Schwächeparasiten wird, um nachher in die lebenden, aber bereits degenerierten Zellen der affizierten Gewebe einzudringen. Auch die Untersuchungen R. Aderholds²⁾ erhellen diesen Umstand des Hemiparasitismus. Hinsichtlich dieser Betrachtungen möchte ich bemerken, daß bei schlagflüssigen Bäumen in mehreren Fällen — trotz umständlicher anatomischer und mykologischer Untersuchungen — überhaupt kein Pilz, weder Myzel noch Fruchtkörper, zu finden war, die Gummosis dagegen stets vorkam. Diese Tatsache ist ein schlagender Beweis dafür, daß diese Krankheit von direkten pilzparasitischen Einflüssen unabhängig, ihr Vorhandensein bloß fakultativ ist und allein von gelegentlichen saprophytischen Infektionen begleitet ist. Übrigens würden diese Feststellungen auch durch Impfversuche hinreichend gerechtfertigt. G. Lüstner³⁾ impfte gesunde Kirschenzweige mit *Cytospora*-Konidien, außerdem bestrich er die Rindenoberfläche mit konidienhaltigem Wasser; das Ergebnis war durchweg negativ, d. h. die derartig behandelten Zweige blieben infektionsfrei. Als er je-

¹⁾ Deutsche Landw. Presse, 1899, Nr. 96.

²⁾ Arb. der Biol. Abt. für Land- und Forstw., 1903, 4. Heft.

³⁾ Ber. d. Kgl. Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau, Geisenheim, 1906, S. 122.

doch eingeknickte und später entfernte Zweige in ähnlicher Weise mit Konidien impfte, erschienen die charakteristischen fahlschwarzen, abgeplattet warzenförmigen Stromata mit den Pykniden massenhaft an den Spitzenteilen der infizierten Zweige. Zu denselben Ergebnissen gelangten auch Dr. M. W. Beijerinck und Dr. A. Rant¹⁾. Um das Verhalten des Pilzes in anderer Richtung zu kontrollieren, wiederholte ich in ähnlicher Weise die Impfversuche in den Jahren 1917—18 in meinem Hausgarten mit der Modifikation, daß anstatt der Konidien Ascosporen verwendet wurden. Im Juni 1917 hatte ich an drei Aprikosenbäumen (2jährige 4 und 3jährige 7) Zweige geringelt, damit die so vertrocknenden Teile zu Infektionen dienen könnten; dazu wurden die Perithezien von *Valsa prunastri* an Pflaumenbäumen entnommen. Da die Perithezien der *Valsa*-Arten Ende Winter oder im Frühjahr gebildet werden, war es nötig, vor der Anwendung von frischen Ascosporen die Versuchszweige auszutrocknen. Im Mai 1918 wurden die inzwischen vertrockneten Zweige mittels einer derben Drahtbürste längs gerieben und nachher mit zerquetschte Perithezien haltigem Wasser bepinselt; für Feuchtigkeit und Pergamentverband war gesorgt. Das Resultat zeigte sich bereits im September: einige pyknidenhaltige Stromata kamen zum Vorschein, die sich im Laufe des Oktober rasch vermehrten. Alle behandelten Zweige waren in verschiedenen Stufen infiziert und es war zu sehen, daß die Pykniden sogar auf den nicht geriebenen, glatten Rindenoberflächen zum Vorschein kamen. Die lebenden Kontrollzweige (5) von denselben Bäumen verhielten sich bei derselben Behandlung negativ. Diese Versuche sprechen daher für den Saprophytismus des Pilzes. Der Analogie halber möchte ich erwähnen, daß nach den Angaben von E. J. Schreiner²⁾ die Arten *Valsa sordida* Nitschke (= *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr. und *Valsa nivea* (Pers.) Fr. (= *Cytospora nivea* (Hoffm.) ebenfalls Hemiparasiten sind (auf *Populus*). *Valsa spinosa* (Pers.) Nitschke kommt auf Zweigen verschiedener Laubhölzer vor. *Valsa Massariana* De Not. ist an den Zweigen der Eberesche zu finden, die infolge von Frostwirkung erkrankt sind. *Valsa ambiens* (Pers.) Fr. (= *Cytospora ambiens* Rabh.) kommt auf dürr gewordenen Ästen von Apfelbäumen vor und wird von P. Sorauer, A. B. Frank und K. von Tubeuf nicht als Parasit

¹⁾ Centralbl. f. Bakt. usw., II. Teil, XV. Bd., S. 374.

²⁾ American. Journ. of Botany, vol. 18, 1931, p. 1—29.

erwähnt; analog verhält sich ferner *Valsa oxystoma* Rehm. O. Appel¹⁾ hatte festgestellt, daß dieser Pilz nur als Schwächeparasit auf den Zweigen der Erle erscheint. Nach P. Nypels²⁾ kam er an den von Bodendürre abgeschwächten Kronenteilen zu wiederholten Malen vor. Aus diesen konkreten Angaben kann mit Recht auf das saprophytische bzw. hemiparasitische Verhalten der *Valsa*-Arten geschlossen werden, deren *Cytospora*-Pykniden zunächst an leblosen Gehölzen erscheinen. Nur in diesem Sinne kann das Verhalten der *Valsa*-Arten in den Angaben der bezüglichen neueren Literatur aufgefaßt werden³⁾, nicht aber als Vollparasiten.

Von den *Valsa*-Arten kommt *V. prunastri* (Pers.) Fr.⁴⁾ auf Aprikosen, Pfirsichen und Pflaumen, sowie auf *Prunus spinosa* L. vor; dagegen *V. leucostoma* (Pers.) Fr. (= *Cytospora leucostoma* [Pers.] Sacc.) lebt auf Kirschenbäumen. *V. cincta* Fr. (= *Cytospora cincta* Sacc.) lebt auf *Prunus armeniaca* und *P. persica*; eine dem Kirschbaumsterben sehr ähnliche Krankheit der Pfirsichzweige führt Dr. A. Schellenberg⁵⁾ auf diesen Pilz zurück. An toten Zweigen von *Prunus spinosa* und *P. domestica* ist ferner häufig *V. microstoma* (Pers.) Fr. (= *Cytospora microstoma* Sacc.) zu finden. Bei allen *Valsa*-Arten brechen aus den dünnen Rindenoberflächen mattschwarze, mehrkammerige Stromata hervor, aus deren Pykniden die Konidien als schmutzigrötliche Schleimranken ausgestoßen werden. Nach weiterer Verwesung werden in denselben Stromata die Peri-

¹⁾ Naturwiss. Zeitschr. f. Land- und Forstw., 1904.

²⁾ Bull. Soc. Belgue de Micr., t. XXV, 1900, p. 95.

³⁾ Dr. F. L. Stevens: Plant disease fungi, 1925, p. 199: *Valsa leucostoma* (Pers.) Fr. on pome and stone fruits causing „dieback“ of twigs. — T. Ferraris: Trattato di patologia e terapia vegetale, vol. I, 1926, p. 426: *Eutypella prunastri* (Pers.) Sacc. (*F. picnidica*: *Cytospora rubescens* Fr.) „attacca i rami del *Prunus spinosa*, *P. cerasus*, *P. armeniaca*, *P. amygdalus*, *P. persica* e li fa disseccare; sui rametti ancor vivi si presenta la forma picnidica (*Cytospora rubescens*)“. — E. Gäumann: Vergl. Morphologie der Pilze, 1926, S. 277: *Valsa leucostoma* (Pers.) Fr. Erreger (?) eines Absterbens der Zweige an Kern- und Steinobstbäumen. — E. Marchal: Éléments de Pathologie végétale, 1925, p. 221: „L'infection ne se produit que par l'intermédiaire d'une blessure ou d'une simple mortification de l'écorce, telle qu'en occasionne la gelée.“ — P. 143: *Valsa leucostoma* est parasite de blessure ou de faiblesse.

⁴⁾ Synonym: *Eutypella prunastri* Sacc. — Die angebliche Pyknidenform *Cytospora rubescens* Frank ist wahrscheinlich eine Sammelbezeichnung der Pykniden von *Valsa prunastri* (Pers.) Fr., *V. sorbi* (Schmidt), *V. leucostoma* (Pers.) Frank und *V. cincta* Fr.

⁵⁾ Naturwiss. Zeitschr. f. Forst- und Landw., 1904.

thezien gebildet. Außer den *Valsa*-Arten kommen gelegentlich noch folgende Saprophyten oder Schwächeparasiten auf den *Prunus*-Arten vor: *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz, *Nectria cinnabarina* Fr., *Coriolus hirsutus* Fr., *C. paradoxus* (Schrad.) Fr. und *Schizophyllum commune* Fr. Die letztere Art hält V. A. Putteril¹⁾ für einen echten Parasiten der Aprikose, die ich aber als einen fakultativen Schwächeparasiten bezeichnen möchte. Der Vollständigkeit halber soll erwähnt werden, daß H. Czanecki²⁾ auf Aprikosenästen eine nicht näher bestimmte *Verticillium*-Art beobachtete und dieselbe für die Urheberin (!) der Krankheit hält. J. Dufrénoy³⁾ und Joessel⁴⁾ sind derselben Ansicht. Diese Angabe ist höchst unwahrscheinlich, soll deshalb einer Revision unterzogen werden.

Schlußfolgerungen.

Aus den oben aufgeführten Auseinandersetzungen geht hervor, daß die Gummosis und die durch sie bedingte Apoplexie einzeln betrachtet keinen selbständigen Krankheitstypen entsprechen. Die Apoplexie ist eine Folge der Gummosis und die Gummosis allein ist ein physiologischer Reaktionseffekt, der als Folge sehr verschiedener ökologischer Einflüsse oder parasitischer Vorbedingungen entstehen kann, soweit sie einen für die Zellgestaltung wichtigen Umbildungsprozeß einzuleiten fähig sind, dessen Effekt dem Vorgang der Gummifizierung entspricht. Ein ungünstiger Umstand ergibt sich für die Steinobstbäume daraus, daß hierbei die trachealen Leitungsbahnen mit Gummi angefüllt werden und dann wegen Verstopfung die wässerigen Nährsubstanzen nicht weiter zu fördern vermögen, was ein Absterben der betreffenden Baumteile zur Folge hat. Der Tod wird somit durch die Resultante eines Ursachenkomplexes, der durch meteorologische, bzw. ökologische Umstände bedingten Gummiansammlung, herbeigeführt. Vor allem schaffen die klimatischen Einflüsse den geeigneten Krankheitsboden. Die dem Baum innewohnende Fähigkeit einer Gummibildung ist bloß bei gewissen Vertretern von natürlichen Pflanzenfamilien anzunehmen, sofern sich bei diesen ent-

¹⁾ The biology of *Schizophyllum commune*; Union of South-Africa Science, Bull. 25, 1922, p. 1—35.

²⁾ Phytopathology, XIII, 1923, p. 216.

³⁾ Ann. Rev. of Appl. Mycology, VI., 1927, p. 426.

⁴⁾ Ann. des Épiphyties, XIII, 1927, p. 455.

sprechende enzymproduzierende Vorgänge und damit eng verknüpfte chemische Zersetzungserscheinungen offenbaren, wobei hier bei den Amygdalaceen in dieser Hinsicht ein spezifisch sich geltend machender plasmobiotischer Antrieb zu erkennen ist.

Vorsichtsmaßregeln.

1. Vor allem muß den Frosteinwirkungen, denen bei der Apoplexie eine bedeutende Rolle zuzuschreiben ist, möglichst entgegengearbeitet werden: durch Vermeiden nördlicher und nordwestlicher Abhänge, Kalkbestrich der Stämme und Baumkronen. Um den schädlichen Maifrösten entgegenzutreten, hat sich die Abwehr des Frostes durch Räuchern mit üblichen Hitzöfen als praktisch erwiesen. Anpflanzung möglichst wenig frostempfindlicher, abgehärteter Sorten ist erwünscht, da die Steinobstbäume auf Fröste leichter reagieren. Deshalb soll bei der Züchtung neuer Sorten die zu erlangende Frostfestigkeit gleichfalls im Auge behalten werden. Dies kann weniger durch Kreuzungsverfahren, als mittels individueller, generationsweise fortgeführter Auslesen erlangt werden. Diesbezüglich können die Beobachtungen über das Verhalten verschiedener Sorten nach besonders strengen Wintern wertvolle konkrete Tatsachen liefern. 2. Nasse Böden sind bei Anpflanzungen zu vermeiden; in gegebenen Fällen ist aber für eine Senkung des Grundwasserspiegels zu sorgen. 3. In erwünschten Fällen ist eine entsprechende Bodenkalkung notwendig, um eine Prädisposition zur Gummosis zu vermeiden; übermäßige Stickstoffdüngungen erwiesen sich als schädlich, Kali und Phosphorsäure wirken dagegen günstig. 4. Auf Vermeidung von übertriebenen und unnützen Wurzel- und Kronenstümmelungen jeder Art soll geachtet werden. Das Umsetzen älterer Bäume ist aus demselben Grunde nachteilig; Kronenverjüngungen sollen zur rechten Zeit und nur mäßig ausgeführt werden. 5. In dürrer Sommerperioden ist der trockene Boden zu bewässern; Rieselvorrichtungen zwischen den Baumreihen haben — soweit sie anwendbar sind — günstige Erfolge. 6. Gegen die massenhaft auftretenden parasitischen Pilzinfektionen sind in bestimmten Zeiträumen allenfalls vorbeugende Bespritzungen oder Bestäubungen mit Fungiziden anzuraten, damit sie keinen bedrohlichen Umfang annehmen können. 7. Überhaupt ist dahin zu trachten, daß sämtliche die Gummosis bedingenden Ursachen rechtzeitig und in rationeller Weise beseitigt werden,

da bei den Amygdalaceen die Tendenz zur krankhaften Gummibildung vorhanden ist, worin eine auf Plasmobiosis beruhende spezifische Empfänglichkeit zu erkennen ist.

Zusammenfassung.

(Siehe auch den I. Teil dieses Artikels, XIV. Band, Seite 536.)

1. Der Schlagfluß ist bei den Steinobstbäumen eine verbreitete und unter Umständen häufige Erscheinung, bei der einzelne Äste oder der ganze Baum absterben.

2. Das häufigere Vorkommen dieser Erscheinung in den mittel- und nordeuropäischen Ländern hängt vielfach mit den in diesen Gebieten eigenartigen Witterungsverhältnissen gewisser Jahre zusammen.

3. Unterhalb des vom Schlagfluß betroffenen Baumteiles ist meist im Holzteil eine Gummosis vorhanden, die in konkreten Fällen auch im Rindengewebe vorhanden ist.

4. Der Schlagfluß ist die unmittelbare Folge einer Gummiverstopfung der Holzgefäße, welche gelegentlich durch das Vorhandensein von Thyllen gesteigert wird, durch die sich in der Saftleitung eine Verzögerung oder eine totale Hinderung einstellt; das Laubwerk erschlafft und der Baum oder der Ast vertrocknet.

5. Die Entstehung der Gummosis wird unter entsprechenden Umständen durch Enzymbildungen eingeleitet, wodurch sich in gewissen Zellen fermentative Zersetzungsprozesse abspielen, und die Zellwände hydrolysiert werden; nebenbei wandeln sich auch die Eiweißstoffe des Protoplasmas um, und schließlich fällt die ganze Zelle einer Verflüssigung anheim.

6. Die Verstopfung der Gefäßlumina durch das in den benachbarten Zellen gebildete Gummi erfolgt nach Eintritt durch die Schließmembrane der Wandtüpfel. Das Gummi der Amygdalaceen ist in Wasser unlöslich, weshalb die Gegenwart desselben eine Sperre in der Saftleitung ermöglicht.

7. Sind die zur Gummibildung stimulierenden ökologischen Umstände von milder Natur, so entstehen bloß kleinere, begrenzte Gummiherde, die nicht weitergreifen und wobei nachher eine Vernarbung der Wundstellen erfolgen kann.

8. Das Gummi ist bei den Amygdalaceen ein Reaktionsprodukt, das durch verschiedene, für das Gedeihen nachteilige Umstände gebildet wird: Frostwirkungen, ungeeignete Bodenbeschaffenheit,

Verwundungen, Veredlungsfehler, nicht entsprechende Unterlage, parasitische Affektionen.

9. Als Ursache des Schlagflusses wurden von einigen älteren Forschern die Konidienformen gewisser *Valsa*-Arten (*Cytospora*) bezeichnet; diese Ansicht wurde jedoch widerlegt (Lüstner, Beijerinck, Rant, Schilberszky), da Infektionsversuche sowohl mit Konidien, als auch mit Ascosporen Beweise dafür lieferten, daß die *Valsa*-Pilze keine Vollparasiten sind, sondern nur in leblosem oder Schwächezustand sich befindliche Bäume zu ergreifen vermögen. Der Verfasser weist auf Grund seiner mehrfachen Untersuchungen auf die Tatsache hin, daß bei vielen schlagflüssigen Bäumen keinerlei Pilzansiedlungen zu finden waren.

10. Die empfohlenen Vorsichtsmaßregeln sind: a) Schutz gegen Frostwirkungen, b) in erwiesenen Fällen eine Bodenkalkung, c) Vermeidung unnützer Wurzel- und Kronenverstümmelungen, d) Wegleitung von übermäßigem Grundwasser, e) hinreichende Wasserversorgung in Trockenperioden, f) Anwendung prophylaktischer Verfahren gegen Ausbreitung von Pilzinfektionen.

Nachtrag.

Erst nach Abschluß dieser Arbeit konnte ich von den von Louis Rives¹⁾ in den letzten Jahren veröffentlichten Beobachtungen Kenntnis nehmen, wovon ich folgende Angaben hervorzuheben für nötig halte.

L. Rives fand im affizierten Holzteil der Aprikose einen *Bacillus* und einen *Coccus* (1) S. 77, mit deren Reinkulturen er durch künstliche Infektion die Krankheit hervorrufen konnte. Es wird erwähnt, daß in den kleineren und schmäleren Blättern mit ein-

¹⁾ L. Rives: Sur les causes du dépérissement de l'abricotier par apoplexie; Compt. rend. des séances de l'Acad. d'agr. de France, 1929, p. 77.

L. Rives: Observations sur l'apoplexie de l'abricotier et divers arbres fruitiers; Le Progrès agricole et viticole, XLVIII, 1931, p. 89.

Ich möchte die angebliche apoplexische Wirkung der besprochenen Bakterien bezweifeln. Ihr verschiedenartiges Vorhandensein sowohl in den Blättern als im Holzteil des Stammes kann mit diesem Krankheitstypus unmittelbar kaum in Einklang gebracht werden. Eher ist hier an eine Art von bakteriösem Rindenbrand zu denken, wie es bei dem Kirschbaum durch *Bacillus spongiosus* bekannt ist, der wahrscheinlich die Rinde anderer Obstbäume auch angreift. Allenfalls müssen die geschilderten Vorgänge durch genau ausgeführte Untersuchungen und Beobachtungen bekräftigt werden.

gerollten Rändern eine Menge mobiler Bakterien gefunden wurde. Bei einigen Bäumen war der sichtbare Ausgangspunkt der Infektion eine genügend tiefe Wunde an der Stammbasis. In diesem Fall wird als primäres Symptom eine Alteration des Holzteiles angegeben und nicht eine Bräunung der Rinde, die erst nachträglich erfolgt. Der Befall fand, wie ausdrücklich bemerkt, im Holzgewebe statt (2). Rives hält vorläufig für wahrscheinlich, daß diese Bakterien an der Apoplexie Schuld seien (2), S. 90. Ferner wurden in den Jahren 1929 und 1930 mehrere Fälle von Apoplexie an Burbank-Pflaumen beobachtet, die auf *Prunus myrobalana* veredelt waren (2), S. 89. Die Pflaumenunterlage erweist sich gegen Apoplexie viel mehr resistent, als der veredelte Teil, wo jene die Veredlung überlebt (1), S. 82¹).

Die Rolle der Viruserkrankheiten beim Kartoffelabbau.

Von E. Köhler.

(Biologische Reichsanstalt.)

Im folgenden wird der Versuch unternommen, die Bedeutung der Viruserkrankheiten für den sogenannten Kartoffelabbau auf Grund unserer gegenwärtigen Kenntnisse zu erörtern²). Es soll untersucht werden, wieweit der „meist als Abbau bezeichnete chronische und fortschreitende Leistungsverfall“ (Remy [16]) als eine Folge der Viruserkrankung oder, vorsichtiger ausgedrückt, der Virusinfektion aufgefaßt werden muß und wieweit er etwa auf andersartige Einflüsse zurückzuführen ist. Daß Virusinfektionen in Kartoffelkulturen weit verbreitet sind, wird ja heute wohl kaum noch von irgend jemand ernsthaft in Zweifel gezogen, die Diskussion bewegt sich zurzeit hauptsächlich um die Frage, ob und unter welchen Voraussetzungen die Virusdurchsetzung zur Erkrankung und zum Abbau führt und ob es Formen des Abbaus gibt, bei deren Verursachung der Virusfaktor keine Rolle spielt.

¹) Vgl. das Kapitel „Einfluß der Veredlungen“.

²) Der vorangegangene, in der Zeitschrift „Angewandte Botanik“ erschienene Aufsatz des Verfassers (7) „Allgemeines über Viruserkrankheiten“ mag als Einleitung zu den folgenden Ausführungen genommen werden.

Zunächst seien einige Bemerkungen über die wichtigsten bei der Kartoffel vorkommenden Viren vorausgeschickt. Das bösartigste und wirtschaftlich wichtigste Virus ist in Europa zweifellos dasjenige, das die echte Blattrollkrankheit (= Phloëmnekrose Quanjers [15]) hervorruft (vgl. auch Esmarch [4]). Dieses Virus wird vorzugsweise durch *Myzus persicae*, eine kosmopolitische Blattlausart, übertragen; auch andere Insekten sind als seine Überträger nachgewiesen. In Deutschland ist der Nordosten von dieser Krankheit größtenteils verschont, ihr hauptsächlichstes Verbreitungsgebiet ist der Westen, jedoch tritt sie auch hier in den rauheren Gebirgslagen sowie im Küstengebiet zurück. Endemisch scheint sie nur in Gegenden zu sein, wo *Myzus persicae* endemisch ist.

Sodann sind diejenigen Viren zu nennen, die der Mosaikgruppe angehören, und die außer der charakteristischen Mosaikfleckung je nach der Sorte noch Blattkräuseln, Blattrollen, Kümmerwuchs, Strichelnnekrosen u. a. hervorrufen können. Besonders bösartig sind sie dann, wenn sie in Kombination auftreten. Die analytischen Arbeiten der letzten Jahre haben ergeben, daß in Europa mindestens 5 selbständige („autonome“) Mosaikviren unterschieden werden müssen, die einzeln oder im Gemisch auf der Kartoffel vorkommen. Sie sind auf der folgenden Liste genannt. Die die Übertragung besorgenden Insekten sind erst teilweise bekannt.

Übersicht über die auf der Kartoffel vorkommenden selbständigen Mosaikviren mit einigen ihrer wichtigeren Eigenschaften.

Bezeichnung des Virus	Autor	Übertragbar?	Durch <i>Myzus persicae</i> übertragbar?	Ist <i>Datura stramonium</i> empfindlich?	Ist <i>Petunia</i> empfindlich?
Y-Virus	K. M. Smith (18)	ja	ja	nein ¹⁾	ja
X-Virus	K. M. Smith (18)	ja	nein	ja	nein
A-Virus	Murphy und M'Kay (14)	nein	?	?	?
R 77-Virus	E. Köhler (8)	ja	nein	ja	ja
H 19-Virus	E. Köhler (8)	ja	nein	ja	ja

Von diesen Viren sind R 77 und H 19 am wenigsten voneinander verschieden, vielleicht ist das eine nur eine Dauermodifikation des andern. Ihnen beiden steht wieder das X-Virus am nächsten.

¹⁾ Nur bei Pfropfung traten in einem Falle Symptome auf. Dies spricht jedoch nach den Feststellungen von Silberschmidt (Beitr. zur Biologie der Pflanzen, 1933, 20, Heft 2) nicht gegen die Resistenz.

Die offenbar nicht zur Mosaikgruppe gehörende, in wärmeren Gegenden Nord-, Mittel- und Südamerikas mancherorts stark verbreitete und sehr gefährliche Spindelknollenkrankheit kommt, wie ihre Para-Form, das „Curly Dwarf“ — abgesehen vielleicht vom Mittelmeergebiet — in Europa nicht vor.

Der Virusabbau bei der Kartoffel zeigt eine Reihe charakteristischer Züge, die ihn von jeder anderen Art des Abbaus deutlich unterscheiden lassen. Wird eine Sorte oder Sortenteil ins Infektionsmilieu versetzt, so kommt es im ersten Anbaujahr nur selten zu einer gleichmäßigen Verseuchung des ganzen Bestandes, in der Regel wird nur ein größerer oder kleinerer Teil der Pflanzen angesteckt, ein anderer Teil entgeht der Infektion. Diese nicht angesteckten Pflanzen produzieren Knollen, aus denen im Folgejahr wieder gesunde, virusfreie Pflanzen hervorgehen. Aber auch aus den infizierten Stauden entwickeln sich in der Regel nicht ausschließlich kranke Pflanzen, weil das Virus oft nur einen Teil der Knollen erreicht. Auch der Grad der Erkrankung der Einzelpflanze im Folgejahr dürfte davon abhängen, ob die Knolle schon in einem frühen Stadium ihrer Entwicklung von dem Virus erreicht wurde, oder ob sie sozusagen vor Toresschluß noch eine kleine Dosis des Virus mitbekommen hat. Aus der im ersten Jahr ungleichmäßigen Verseuchung, die übrigens in der Regel verborgen bleibt, da sich die infizierten Pflanzen im ersten Jahr meist nicht durch auffällige Krankheitszeichen von den gesunden abheben, entwickelt sich im Folgejahr das typische Bild des Virusabbaus: gesunde und teils stärker teils schwächer kranke Pflanzen stehen regellos durcheinander. Das Bild wird besonders bunt dann, wenn verschiedene Viruskrankheiten im Spiel sind. Als Folge von Mischinfektionen können dann bei einem Teil der Pflanzen ganz neuartige Krankheitsbilder auftreten, insbesondere ist das Auftreten von Kümmerformen oft eine Folgeerscheinung der Mischinfektion. Sind im ersten Nachbaujahr die Infektionsbedingungen die gleichen wie im Vorjahr, so breiten sich die Krankheiten weiter aus, und die Zahl der nicht angesteckten Knollen verringert sich weiter. Die Folge der von Jahr zu Jahr fortschreitenden Verseuchung ist ein fortschreitender Leistungsverfall. Dieser Prozeß setzt sich fort, bis — bei anfälligen Sorten — keine pflanzfähigen Knollen mehr gebildet werden oder bis — bei widerstandsfähigeren — eine je nach der Sorte wechselnde untere Grenze der Ertragsdepression erreicht ist. Es gibt Sorten, die gegen das eine oder andere Virus

sehr tolerant sind; bei diesen führt die fortschreitende Durchseuchung nicht in jedem Fall zu einem Rückgang der Leistungen.

Nichts hat der Einsicht, daß der landläufige Abbau durch ansteckende Krankheiten verursacht wird, anscheinend mehr im Wege gestanden und steht bei einzelnen standhaften Ablehnern der „Infektionstheorie“ heute noch im Wege als die Tatsache, daß die wichtigeren Handelssorten bei der Versetzung ins Infektionsmilieu im ersten Anbaujahr weder auffällige Krankheiterscheinungen zeigen noch einen Rückgang der Knollenerträge erleiden, daß sich vielmehr offenkundige Schäden erst in den folgenden Generationen, beim ersten oder späteren Nachbau einstellen. Diese Erscheinung erklärt sich daraus, daß unsere großen Handelssorten schon eine Auswahl vorstellen, d. h. Sorten sind, die gegen die eine oder andere oder auch alle Virusinfektionen eine relativ hohe Widerstandsfähigkeit oder Toleranz besitzen. Sorten, die eine solche Widerstandsfähigkeit nicht aufweisen, vermögen sich nur kurze Zeit im Wettbewerb zu halten, selbst wenn sie aus der Hand des Züchters kommend in bezug auf Ertragsfähigkeit und andere Wert-eigenschaften den besten Sorten nicht nachstehen. Geraten solche Sorten ins Infektionsmilieu, so kann man beobachten, daß die virusinfizierten Pflanzen zum größeren oder kleineren Teil schon im ersten Anbaujahr die schwersten Schädigungen erleiden (9) und keinen nennenswerten Knollenertrag mehr bringen, ein Vorgang, der sich auch bei zunächst aussichtsreichen Neuzüchtungen immer wieder abspielt. Solche anfälligen Sorten erweisen sich deshalb auch als viel geeigneter zum Studium des Abbauproblems als die resistenteren.

Das oben geschilderte regellose Durcheinander von viruskranken und gesunden Pflanzen erlaubt, wo es immer im ersten Nachbau beobachtet wird, keinen Zweifel daran, daß in der betreffenden Gegend Viruserkrankheiten, wenn nicht immer als die alleinige, so doch sicher als eine mitwirkende Ursache des Abbaus anzusehen sind, und daß, wenn man sich diese Krankheiten ausgeschaltet denkt, zum mindesten ein wichtiger, wenn nicht vielfach der einzige wesentliche Faktor des Ertragsrückganges wegfallen würde. Durch eine große Zahl von Versuchen verschiedener Forscher wurde die Richtigkeit dieser Überlegung überzeugend dargetan (u. a. Whitehead [20], Folsom [5], Salaman [17]).

Die heute nicht mehr wegzudisputierende Tatsache, daß Viruserkrankheiten eine maßgebende Rolle bei der Verursachung des Ab-

baus spielen, steht nun keineswegs im Widerspruch zu der anderen überaus wichtigen Erfahrungstatsache, daß der Abbau auch eine ökologische Seite hat. Dieser Widerspruch ist in Wirklichkeit nur ein scheinbarer. Zunächst werden durch Klima und Witterung die virusübertragenden Insekten in ihrer Tätigkeit als Infektionsvermittler gehemmt oder gefördert. In Gegenden, in denen diese Insekten keine zusagenden Lebensbedingungen finden, wird die Infektionsgefahr eine ungleich geringere sein als da, wo sie sich in ihrer optimalen Lebenslage befinden. Je nach der Eigenart der klimatischen Bedingungen finden die Insekten bessere oder schlechtere Überwinterungsmöglichkeiten, treten sie früher oder später auf, zeigen sie sich wanderungslustig oder seßhaft, vermehren sie sich stärker oder schwächer. Obgleich es an eingehenden epidemiologischen Studien über die in Frage kommenden Insektenarten noch fehlt, so kann man doch aus Erfahrungen, die an anderen Objekten (z. B. *Eutettix tenellus*, dem Überträger der kalifornischen Rübenkräuselkrankheit; vgl. Carter [2]), gewonnen worden sind, den Schluß ziehen, daß die Dinge bei der Kartoffel im Prinzip nicht anders liegen werden. Jedenfalls kann kein Zweifel darüber bestehen, daß die Infektionshäufigkeit durch das jeweilige Verhalten der Insekten maßgebend bestimmt wird.

Gegen die Infektionstheorie des Abbaus werden ferner Beobachtungen und Erfahrungen ins Feld geführt, die nicht daran zweifeln lassen, daß in bestimmten Lagen und unter bestimmten Anbauverhältnissen ein Rückgang des Abbaus, eine Restitution kranker Sortenteile eintreten kann (Versuche u. a. von E. Gram (6), Werner und Howard (19), Marx und Merckenschlager (11). Manche glauben aus diesen Erfahrungen schließen zu dürfen, daß nicht die Viruserkrankung die primäre Ursache des Abbaus sein könne, sondern daß sie lediglich eine Begleiterscheinung vorstelle, und daß die wahre Ursache des Abbaus in anderen Faktoren liegen müsse. Untersuchen wir, wieweit dieser Einwand berechtigt ist. Die Erscheinung des rückläufigen Abbaus oder der Restitution von Sortenteilen läßt von vornherein verschiedene Erklärungsmöglichkeiten zu. Erstens kann es sich um einen einfachen Selektionsvorgang handeln, durch den der Anteil eines Bestandes an kranken Pflanzen immer mehr verringert wird. Diese Überlegung scheint bisher noch nicht angestellt worden zu sein. Stellen wir uns etwa vor, daß in einem Bestand gesunde und kranke Pflanzen zu gleichen Teilen, also im Verhältnis 1 : 1 gemischt

seien und daß — was bei der bösartigen Blattrollkrankheit sehr wohl denkbar ist — von den gesunden Pflanzen durchschnittlich viermal soviel pflanzfähige Knollen produziert würden als von den kranken, so zeigt eine einfache Rechnung, daß sich das Verhältnis krank:gesund in den aufeinanderfolgenden Anbaujahren rasch zugunsten der gesunden verschieben muß, und zwar würde es im ersten Nachbau 1 : 4, im zweiten 1 : 16, im dritten 1 : 64, im vierten 1 : 256 betragen, d. h. der Bestand würde schon nach 4 Nachbaujahren als vollkommen gesund anzusprechen sein. Voraussetzung wäre dabei natürlich, daß praktisch keine Neuinfektionen vorkommen, was nur in Gegenden möglich ist, wo virusübertragende Insekten nicht nennenswert verbreitet sind. (Man könnte versucht sein, eine Formel zur Berechnung des mutmaßlichen Restitutionsverlaufs aufzustellen.)

Eine zweite Möglichkeit zur Erklärung des Leistungsaufbaus wäre die folgende: die Toleranz der Pflanzen gegen das Virus wird durch die Standorts- und Witterungseinflüsse gesteigert, die Infektion wird latent, die Pflanzen werden scheingesund (sogenannte Maskierung). Das Gegenstück dazu wäre der Leistungsverfall bei latent infizierten Sortenteilen oder Stämmen nach Versetzung in ein Milieu oder bei Eintritt einer klimatischen Konstellation, wodurch die Toleranz herabgesetzt wird. Daß in der Tat die Außenfaktoren einen bestimmenden Einfluß auf das Erscheinen der Symptome und die Intensität der Erkrankung ausüben können, zeigt eine Fülle von Beispielen aus der Virusliteratur. Starke Schäden pflegen besonders dann einzutreten, wenn an die Pflanzen extreme Leistungsansprüche gestellt werden, etwa wenn die Wasserversorgung gefährdet ist (Beispiele: Mosaikkrankheiten des Zuckerrohrs und der Himbeere). Bei den infizierten Pflanzen, die unter normalen Bedingungen ihre Funktionen störungslos erfüllen können, versagt dann der Anpassungsmechanismus, und sie sind nicht imstande, diejenigen Regulationen in Gang zu setzen, mit deren Hilfe sich die gesunde Pflanze vor dem Verfall schützt und „bauen ab“. Man kann sich vorstellen, daß eine relativ virustolerante Sorte in einem bestimmten Anbaubezirk allmählich mit Viren durchsetzt wird, ohne daß damit eine fühlbare Ertragsdepression verbunden ist, und daß sie bei Versetzung in eine andersartige Umwelt oder infolge des Einwirkens extremer Klimaschwankungen wegen des durch die Infektion verursachten Verlusts ihres Anpassungsspielraums erkrankt und abbaut. Derartiges scheint sich zur Zeit mit

der neuerdings aus Holland nach Deutschland viel importierten Sorte Erstling in manchen Teilen Deutschlands abzuspielen. Demnach würde sich ergeben, daß der Abbau tatsächlich eine Standortsreaktion (Remy [16]) oder Standortsmodifikation (Morstatt [13]) vorstellt, wobei jedoch die Virusinfektion ein notwendiges Ingrediens, ein notwendiges Glied in der Ursachenkette darstellen würde.

Und noch eine dritte Möglichkeit zur Erklärung des Leistungsaufbaus im Rahmen der Virustheorie wäre möglich. Sie würde darin bestehen, daß das Virus aus den Pflanzen nach und nach verschwindet, wodurch eine wirkliche Gesundung und Virusbefreiung zustande käme. An Anhaltspunkten dafür, daß derartiges auch bei der Kartoffel möglich ist, fehlt es nicht, wenngleich anzunehmen ist, daß in dieser Hinsicht zwischen den einzelnen Viren die größten Verschiedenheiten bestehen und auch der Sortenfaktor eine gewichtige Rolle spielt. Das Ausbleiben des Leistungsverfalls in bestimmten Lagen könnte man umgekehrt darauf zurückführen, daß die Außenbedingungen einer für die Infektion der Knollen ausreichenden Vermehrung des Virus entgegenwirken. Auch in diesem Falle würde der Abbau unter den Begriff der Standortsreaktion fallen, obgleich dem Virus dabei seine ausschlaggebende Rolle belassen wäre. Systematische Untersuchungen zu dieser Frage sind meines Wissens noch nicht durchgeführt worden.

Die obigen Darlegungen dürften zur Genüge gezeigt haben, daß sich die Erscheinung des fortschreitenden Leistungsverfalls und ihr Gegenstück, die Erscheinung des Leistungsaufbaus, ohne Schwierigkeit mit der Infektionstheorie in Einklang bringen läßt.

Es ist eine alte Erfahrungstatsache, daß aus verschiedenen Gegenden bezogenes Pflanzgut der gleichen Sorte bezüglich der Ertragsfähigkeit vielfach nicht übereinstimmt, daß vielmehr zwischen den einzelnen Herkünften, die man nebeneinander und unter sonst übereinstimmenden Bedingungen anbaut, oft beträchtliche Unterschiede in der Ertragsfähigkeit zutage treten. Nach unseren obigen Darlegungen kann dies auf einer unterschiedlichen Verseuchung mit auf den Nachbau übertragbaren Infektionskrankheiten, insbesondere Viruskrankheiten beruhen. Es fragt sich jedoch, ob diese Erklärung immer zutreffend und ausreichend ist. Zahlreiche Beobachtungen und Erfahrungen scheinen zu lehren, daß die von Ort zu Ort und von Jahr zu Jahr wechselnden Wachstumsbedingungen erhebliche Schwankungen der Ertragsfähigkeit bewirken können, ohne daß dabei Infektionskrankheiten im Spiele

sind. Argenscheinlich werden durch die jeweiligen Wachstumsbedingungen den Knollen Eigenschaften induziert, die sich ertragssteigernd oder ertragsmindernd auf den Nachbau auswirken können. Herkünfte, die in bezug auf Ertragsfähigkeit Minusvarianten vorstellen, erscheinen dann im Vergleich zu den Plusvarianten als „abgebaut“, selbst wenn sie sich durchaus noch im Rahmen des normalen halten¹⁾. Mit größerem Recht kann man als abgebaut Herkünfte bezeichnen, die aus dem Rahmen der Norm deutlich herausfallen und bei denen außer der Ertragsminderung noch pathologische Erscheinungen zu konstatieren sind. Freilich gibt es keine natürliche Grenze zwischen dem, was als normal und als anormal anzusehen ist, und es ist daher Geschmacksache, für welche Erscheinungen man den Abbaubegriff noch heranziehen will und für welche nicht. Am besten wäre es m. E., man würde in den Abbaubegriff nur offensichtlich pathologische Vorgänge einbeziehen, ob diese nun infektiöser Natur sind oder nicht. Obwohl über die Frage des nichtinfektiösen Abbaus schon sehr viel experimentiert und geschrieben worden ist, so bleibt doch noch recht vieles ungeklärt. Die meisten diesbezüglichen Untersuchungen leiden an dem Mangel, daß die in der Virusverseuchung liegenden Fehlerquellen nicht oder nur ungenügend berücksichtigt worden sind, so daß die Frage berechtigt erscheint, wieweit die gewonnenen Ergebnisse etwa der Infektion mit Viruskrankheiten zugeschrieben werden müssen. Trotzdem ist kaum daran zu zweifeln, daß bei der Kartoffel ein durch die Umwelt induzierter, also nicht infektiöser, Abbau vorkommt.

Die Erhebungen von Merckenschlager und Klinkowski (12) über den Verfall der Sorte *Magnum bonum* in Deutschland um die Jahrhundertwende lassen eindeutig erkennen, daß insbesondere die Jahre 1891 und 1904 mit ihrem extrem trockenen Witterungscharakter die Vitalität der Sorte wenigstens in bestimmten Lagen aufs tiefste erschütterten. Hier war wahrscheinlich nicht der Virusfaktor ausschlaggebend, denn sonst hätte schon in den betreffenden Jahr-

¹⁾ Scheibe (Arch. f. Pflanzenbau 1932, 9, S. 791) hat unlängst beim Hafer gezeigt, daß die am Herkunftsort herrschenden Wachstums- und Reifungsbedingungen einen tiefgehenden Einfluß auf die physiologische Konstitution der Samenkörner ausüben, was sich in Verschiedenheiten der Keimpflanzenentwicklung kundtut und sich vermutlich auch auf den Ertrag auswirkt. So verläuft bei den „Trockenherkünften“ der Keimlingswachstumsprozeß schneller als bei den „Feuchtherkünften“. In ähnlicher Weise mögen sich auch bei den Kartoffeln Herkunftseinflüsse bemerkbar machen.

gängen selbst der Ertragsabstieg sich bemerkbar machen müssen. Dieser trat aber in vielen Fällen erst in den folgenden Jahrgängen, also 1892 und 1905 als Nachwirkung in Erscheinung. Die nahe-
liegende Annahme, es hätten etwa die Witterungsverhältnisse der Jahre 1891 und 1904 das Auftreten der Insekten und damit die Virusinfektion besonders begünstigt und dadurch jeweils den Ernterückgang in den Folgejahren veranlaßt, vermag die Erscheinung kaum erschöpfend zu erklären. Dieser Annahme widersprechen auf das Entschiedenste z. B. die damaligen Erfahrungen des Praktikers Kratz (10) aus dem Bezirk Köslin in Pommern.

Daß das trockene Jahr 1904 Beständen, die bereits mit Viruskrankheiten stärker durchsetzt waren, den Rest gab, ist erklärlich und geht z. B. aus den Angaben der Praktiker Born (1) (Hameln, Prov. Hann.) und Causemann (3) (Merkenich, Rheinprov.) hervor.

Zusammenfassend kann man sagen, daß sich die Forschung bei der Analyse der den Pflanzwert bestimmenden Faktoren noch vor große Aufgaben gestellt sieht. Nur durch die gemeinsamen Bemühungen aller einschlägigen Forschungsrichtungen wird es gelingen, sie ihrer befriedigenden Lösung entgegenzuführen.

Literatur.

1. Born, Deutsche Landw. Presse 1905, **32**, S. 786.
2. Carter, W., Ecological studies of the beet leaf hopper. U. S. Dept. Agric. Techn. Bull. 206, 1930.
3. Causemann, Deutsche Landw. Presse 1905, **32**, S. 786.
4. Esmarch, F., Die Blattrollkrankheit der Kartoffel. Monographien z. Pflanzenschutz, Stück 8. Berlin 1932.
5. Folsom, D., Owen, F. V. & Smith, H. B., Comparison of apparently healthy strains and tuber lines of potatoes. Maine Agric. Exper. Station, Bull. **358**, 1931.
6. Gram, E., Einfluß des Anbauortes auf die Blattrollkrankheit der Kartoffel. Angew. Botanik 1924 (1923), **5**, S. 1.
7. Köhler, E., Allgemeines über Viruskrankheiten. Angew. Bot. 1932, **14**, S. 334.
8. —, Untersuchungen über die Viruskrankheiten der Kartoffel. I. Versuche mit Viren aus der Mosaikgruppe. Phytopath. Zeitschr. 1933, Bd. 5, S. 567.
9. —, Untersuchungen über die Viruskrankheiten der Kartoffel. II. Studien zur Blattrollkrankheit. Ebenda. (Im Druck.)
10. Kratz, Deutsche Landw. Presse 1905, **32**, S. 792.
11. Marx, Th. & Merckenschlager, F., Beobachtungen und Untersuchungen über den Verlauf des Kartoffelabbaus. Arb. Biol. Reichsanstalt 1932, **19**, S. 413.

12. Merckenschlager, F. & Klinkowski, M., Der Rückzug der Kartoffelsorte *Magnum bonum* nach Skandinavien im Lichte der ökologischen Abbau-theorie. Arb. Biol. Reichsanst. 1931, **18**, S. 431.
13. Morstatt, H., Entartung, Altersschwäche und Abbau bei Kulturpflanzen, insbesondere der Kartoffel. Naturw. u. Landwirtschaft, Heft 7. Freising-München 1925.
14. Murphy, P. A. & M'Kay, R., The compound nature of crinkle and its produktion by means of a mixture of viruses. Sci. Proc. Roy. Dublin Soc. 1932, **20**, S. 227.
15. Quanjer, H. M., Aard, Verspreidingswijze en Bestrijding van Phloeem-nekrose (Bladrol) en verwante ziekten. Meded. Rijks Hoog. Land- etc. School, Deel X. Wageningen 1916.
16. Remy, Herkunft und Pflanztauglichkeit der Kartoffeln. Mitt. Deutsche Landw. Ges. 1930, **45**, S. 206.
17. Salaman, R. N., The analysis and synthesis of some diseases of the mosaic type etc. Proc. Roy. Soc. London, B, 1932, **110**, S. 186.
18. Smith, K. M., On the composite nature of certain potato virus diseases of the mosaic group as revealed by the use of plant indicators and selective methods of transmission. Proc. Roy. Soc. London, B, 1931, **109**, S. 251.
19. Werner, H. O. & Howard, R. F., Seed potato investigations. Univ. Nebraska Agric. Exp. Station, Res. Bull. **24**, 1923.
20. Whitehead, T., A study of the degeneration of certain potato stocks. Ann. Appl. Biol. 1930, **17**, S. 452.

Untersuchungen über das Wertverhältnis zwischen Haupt- und Seitenhalmen bei Getreidepflanzen.

Von

Diplomlandwirt Johann Fruth.

Inhalt.	Seite
I. Einleitung	132
II. Das Wertverhältnis der Halme im Lichte der bisherigen wissenschaftlichen Forschung	133
III. Die bei den Untersuchungen angewandte Methode	138
IV. Einfluß der Entwicklung der Getreidepflanze vom keimenden Korn bis zur Vollendung des Wachstums auf das Wertverhältnis der Halme	141
1. Untersuchungen an angekeimten Körnern über das Vorkommen des Koleoptylensprosses	141
2. Beobachtung der Entwicklung der Sprosse in drei Gewächshausversuchen	142
3. Beobachtungen auf dem Versuchsfelde über die Häufigkeit des Koleoptylensprosses	151

4. Verlauf der Bestockung	157
5. Beobachtungen während des Schossens bis zur Vollendung des Wachstums	160
a) Indirekte Methode zur Messung des Wachstums	160
b) Der Einfluß der Witterung auf das Wachstum	162
c) Schossen, Ährenschieben und Aufblühen	167
V. Untersuchungen an reifen Pflanzen	172
1. Wintergerste	173
2. Winterroggen	177
3. Winterweizen	180
4. Sommergerste	186
5. Sommerweizen	191
6. Hafer	193
VI. Zusammenfassung	196
Literatur und Anhang	200

I. Einleitung.

Jedes Getreidekorn hat die Fähigkeit, unter günstigen Wachstumsbedingungen mehrere Halme hervorzubringen. Wie die Beobachtung zeigt, erscheinen diese Halme in gewissen Zeitabständen hintereinander. Da sie aber zu gleicher Zeit geerntet werden, ist anzunehmen, daß die später angelegten Halme geringere Wertigkeit besitzen, weil ihnen, nachdem sie später angelegt wurden, weniger Zeit zum Wachstum zur Verfügung stand. Die Minderwertigkeit der später angelegten Halme kann allerdings dadurch abgeschwächt werden, daß während des Stadiums der Bestockung ein gewisser Stillstand im Wachstum der zuerst angelegten Halme eintritt und erst nach abgeschlossener Bestockung die verschiedenen Halme gleichzeitig das Längenwachstum beginnen. Die geringere Wertigkeit eines Halmes kann aber auch dadurch verursacht sein, daß er aus einer schwach angelegten Knospe entspringt.

Aufgabe der vorliegenden Arbeit sollte es sein, die eben aufgezeigten Möglichkeiten und Tatsachen bei im Zuchtgarten gewachsenen Pflanzen der 4 Getreidearten zu studieren. Um eine Erklärung für die verschiedenen Werte der Halme einer Pflanze zu finden, erschien es zweckmäßig, nicht bloß die reifen Pflanzen zu untersuchen, sondern vor allem auch die Entwicklung vom keimenden Samenkorn bis zur reifen Pflanze ständig zu beobachten. Diesem Umstande sollte in der vorliegenden Arbeit, die sich dadurch besonders von ähnlichen Untersuchungen unterscheiden soll, Rechnung getragen werden. Durch die Beobachtung der Pflanzen während des Wachstums konnte auch der von

König (3) angeschnittenen Frage des Einflusses der Witterung auf den Halmaufbau näher getreten werden. Außerdem sollte festgestellt werden, ob es angängig ist, bei Untersuchungen über den Halmaufbau verschiedener Sorten alle Halme einer Getreidepflanze heranzuziehen.

Die Arbeit wurde im Institut für Pflanzenzüchtung und Pflanzenbau Weißenstephan der Technischen Hochschule München unter Anleitung von Professor Dr. H. Raum, Vorstand des Institutes, gefertigt. Für die praktischen Versuche stand das Versuchsfeld des vorerwähnten Institutes zur Verfügung. Herrn Prof. Dr. H. Raum und Herrn Dr. I. A. Huber, früheren Assistenten des Institutes, sei auch an dieser Stelle für die vielfache Unterstützung Dank gesagt.

II. Das Wertverhältnis der Halme im Lichte der bisherigen wissenschaftlichen Forschung.

Die Bedeutung der Bestockung und des Wertverhältnisses der Halme hat als erster Schribaux (16) einer kritischen Betrachtung unterzogen. Er kommt auf Grund von Beobachtungen an einigen Weizen-, Roggen- und Hafersorten zu dem Ergebnis, daß die ertragreichsten Sorten sich am wenigsten bestocken. Diesen Satz findet er dadurch bestätigt, daß in jenen Departement Frankreichs, die den meisten Weizen produzieren, zugleich am dicksten gesät wird, die Bestockung also am geringsten ist. Schribaux sieht den Grund für die von ihm gefundene Beziehung zwischen Bestockungsstärke und Ertrag in der abnehmenden Wertigkeit der Halme nach der Reihenfolge ihres Entstehens. Er stellte an einer Pflanze des Bordeaux-Weizens für jeden Halm Länge der Ähre, Anzahl der Ährchen, Anzahl und Gesamtgewicht der Körner und durchschnittliches Korngewicht fest und fand, daß diese Werte bei den einzelnen Halmen in der Reihenfolge ihres Entstehens gesetzmäßig abnahmen. Ferner beobachtete er an je einer Pflanze von Hunter- und Halleys Viktoria-Weizen Hervortreten der Ähre, Tag der Blüte, Länge des Halmes und der Ähre, Gesamtgewicht des Halmes mit der Ähre, Zahl der Ährchen, Zahl der Körner und Kornertrag je Ähre und 1000-Korngewicht und kam dabei zu dem gleichen Ergebnis.

Aus der Tatsache, daß die später angelegten Halme gegenüber den zuerst gebildeten zurückbleiben, schließt er, daß ein

Getreidebestand um so ertragreicher ist, je weniger er von den später entstandenen Halmen besitzt, je weniger er sich also bestockt.

Wenn man die Ergebnisse Schribaux' kritisch betrachtet, so kann man sich dem Schlußwort des Übersetzers der Arbeit, Rimpau, anschließen (16, S. 623): „... halte ich für den Kernpunkt der ganzen Arbeit den Nachweis, daß an einem Pflanzenstocke des Weizens die zuerst gebildeten Halme bedeutend höheren Kornertrag geben, als die zuletzt gebildeten Schribaux hat meines Wissens zuerst nachgewiesen, daß der 2. Halm einer Pflanze im Ertrage dem ersten schon entschieden nachsteht, der 3. Halm dem 2. usw.“ Schribaux hat also als erster die Verschiedenwertigkeit der aus einem Korn entstehenden Halme bewiesen.

Er geht jedoch zu weit, wenn er auf Grund dieser Tatsache die Behauptung aufstellt, daß die schwach bestockten Sorten die besten wären. Es ist zweifellos möglich, daß stark bestockte Pflanzen den Ertragsausfall, der durch Minderwertigkeit der späteren Halme entsteht, dadurch ausgleichen, daß die einzelnen Halme an sich höhere Werte besitzen als die entsprechenden der schwach bestockten Sorten. Zu solchen Gedankengängen kommt Schwarz (17, S. 15), der die damals vorliegenden Arbeiten über die Bestockung einer kritischen Betrachtung unterzieht. Er sagt: „Eine Stütze für Schribaux' Behauptung wäre erst erbracht, wenn bewiesen würde, daß bei Sorten von wechselndem Bestockungsvermögen Halme gleicher Ordnung gesetzmäßig verschiedenwertig sind.“

Die Behauptung Schribaux', daß zwischen Kornertrag und Bestockungsvermögen einer Sorte gegensätzliche Beziehungen bestehen, hat bei der Wichtigkeit der Frage besonders auch für die Pflanzenzüchtung zu einer großen Anzahl von Untersuchungen geführt. Die Arbeiten scheiden sich in zwei große Gruppen. Die einen wollen die abnehmende Wertigkeit der Halme nachprüfen, die anderen dagegen suchen die Frage zu lösen, ob zwischen Bestockung und Ertrag einer Sorte gegensätzliche Beziehungen bestehen. Besonders letztere Frage interessierte die Getreidezüchter, da bis dahin eine bewußte Züchtung in dieser Richtung noch von niemandem angewandt wurde. „Ich habe im Gegenteil bei meinen Selektionen bisher stets Pflanzen mit starker Bestockung ausgewählt“ schreibt Rimpau (16, S. 624).

Zunächst beschäftigten sich Edler (1, 2), Rimpau (11) und Lippoldes (8) mit den von Schribaux angeschnittenen Fragen. Edler fand zwischen dem Grad der Bestockung einer Sorte und der Ertragsfähigkeit keinen Zusammenhang. Rimpau kam zu dem Ergebnis (11, S. 324): „... , daß Schribaux' Behauptung, die ertragreichsten Getreidesorten zeigten die schwächste Bestockung, zwar in einzelnen Fällen zutrifft, aber keinesfalls als Regel aufgestellt werden kann“. Bezüglich der Überlegenheit des Haupthalmes stellt er fest (11, S. 332): „Wir sehen also, die von Schribaux behauptete Regel, daß der zuerst gebildete Halm in jeder Beziehung der beste sei, zeigt so viele Ausnahmen, daß wir sie nicht ohne erhebliche Einschränkung als Regel betrachten können. Bezüglich der wichtigsten Eigenschaften, des Gesamtgewichtes, der Körnerzahl und des Körnergewichtes steht in der Mehrzahl der Fälle der zuerst gebildete Halm obenan.“ Weiter sagt er (S. 333): „... , daß seltene Ausnahmen von der Regel sind, daß der Durchschnitt der 3 ersten Halme dem der 3 folgenden in den 6 untersuchten Eigenschaften überlegen ist“.

Lippoldes kam unabhängig von Rimpau zu gleicher Zeit zu folgenden Ergebnissen (8):

„1. Die von Schribaux aufgestellte Regel, daß die Bestockungsfähigkeit des Getreides im umgekehrten Verhältnis zur Ertragsfähigkeit der Sorte stehe, hat mindestens eine große Zahl von Ausnahmen und kann allgemeine Gültigkeit nicht beanspruchen.

2. Eine regelmäßige Überlegenheit des ersten Halmes bei jeder einzelnen Pflanze ist nicht vorhanden.

3. Dagegen hatte im Durchschnitt einer Anzahl Pflanzen der erste Halm fast ausnahmslos das höchste Halm- und Korngewicht, meist auch die höchste Kornzahl und die größte Dicke. In der Länge und der Kornqualität stand er öfters hinter anderen Halmen zurück.

4. Der Durchschnittswert der ersten 3 Halme einer Pflanze war dem der ersten 6 Halme in jeder wertbestimmenden Eigenschaft überlegen.

5. Zwischen dem Werte der ersten Halme schwach und stark bestockter Pflanzen ist ein regelmäßiger Unterschied nicht vorhanden.“

Weitere Beiträge zu der Frage, ob zwischen Bestockung und Ertrag eine Korrelation besteht, lieferten Lang (7), Sperling (18) und Rörig (12). Lang kommt zu dem Ergebnis, daß es nicht

richtig war, in Eckendorf stark bestockte Stauden grundsätzlich von der Fortzucht deswegen auszuschließen, weil die Getreidepflanzen mit stärkerer Bestockungsfähigkeit die Neigung hätten, neben guten Halmen und Ähren auch einige kümmerliche und verspätete Seitentriebe zu entwickeln, deren schlecht ausgebildete Körner den Ertrag verminderten. Sperling, der seine Untersuchungen hauptsächlich an Roggenpflanzen durchführte, die im Abstand 20×20 cm im Quadrat gewachsen waren, fand: „1. Die Stauden von mittlerer Bestockung haben im Durchschnitt den höchsten Körnerertrag pro Ähre geliefert. 2. Die Stauden von mittlerer Bestockung kommen weitaus am häufigsten vor (von 100 untersuchten Pflanzen 70).“ Er fordert daher für die Praxis eine mittlere Bestockung. Rörig kommt bei dem von ihm geprüften Material zu dem Schluß, daß bei der Sommerung die schwersten Ähren auf den knotenreichsten, längsten Halmen der schwach bestockten Pflanzen sitzen, während sich für die Winterung ergibt, daß die schwersten Ähren auf den knotenreichsten, längsten Halmen der stark bestockten Pflanzen sich finden. Für die Sommerung scheint ihm also der Grundsatz Schribaux' zuzutreffen.

Auf eine ganz neue Basis wurde das Problem der Halmwertigkeit gestellt durch Schoute (15). Er geht von einer kritischen Betrachtung der Ergebnisse Rimpaus und Lippoldes' aus. Der erste und schwerste Einwand, den er gegen die beiden vorbringt (S. 6), ist der, daß die Unterscheidung der verschiedenen Halme äußerst mangelhaft sei. „Geradeso, wie Schribaux getan hatte, unterschieden auch Rimpau und Lippoldes die Halme als erste, zweite, dritte nach der Reihenfolge ihres Sprossens oder des Blühens. Nun ist aber klar, daß nicht im voraus gesagt werden kann, daß der Haupthalm immer zuerst sprossen muß oder daß der erste Seitentrieb auch als zweiter blühen wird.“ „Wenn man nun die Haupt- und Seitentriebe richtig unterscheiden soll, so muß der Unterschied ein morphologischer sein, der erste Halm muß derjenige sein, der aus der Achse des Keimlings hervorgeht, der zweite Halm aber muß aus der zuerst gebildeten Seitenknospe hervorgehen.“ „Wenn von einer Pflanze der Haupthalm früh eingeht, was, wie wir sehen werden, ziemlich oft der Fall ist, so muß nicht einer der Seitentriebe als erster Halm beschrieben werden, wie diese Autoren es tun.“ Nach Schoute ist also der Haupthalm derjenige, der aus der Achse des Keimlings hervorgeht. Als Seitenhalme 1. Ordnung bezeichnet er diejenigen, die in den

Blattachseln des Haupthalmes entstehen. Seitenhalme 2. Ordnung sind die in den Achseln der Seitenhalme 1. Ordnung entstandenen Halme.

Schoute schien es verdächtig, daß bei Lippoldes der 3. Halm gegen den 2. fast ebensoviel zurückstand, wie der 2. gegen den 1.; denn nach der allgemeinen Periodizität der Pflanzen wäre zu erwarten, daß der zuerst gebildete Seitenhalm nicht sehr stark, der 2. Seitenhalm wieder stärker sei. Daher weist Schoute in einem eigenen Kapitel auf Grund zahlreicher Untersuchungen die Periodizität bei Internodien, Scheiden und Spreiten der Blätter nach und findet darin die Erklärung für die an einem großen Material von reifen Pflanzen gemachten Feststellungen. Die Anschauung Schoutes über die Halmwertigkeit, zu der er auf Grund seiner zahlreichen Untersuchungen gelangt, ist, kurz zusammengefaßt, folgende: Der Haupthalm ist den Seitenhalmen fast immer überlegen. Die Seitenhalme jeder Ordnung zeigen eine gewisse Periodizität. Innerhalb der Seitenhalme 1. Ordnung liegt das Optimum der relativen Veranlagung für Gerste und Hafer wahrscheinlich auf dem 2. Halm, bei Roggen und Weizen wahrscheinlich auf dem 3. Halm. Zur Beurteilung der Bedeutung der Bestockung hält Schoute sein Material nicht für ausreichend.

Nach dem Erscheinen der Schouteschen Arbeit trat eine Ruhepause ein. Das Problem der Halmwertigkeit war weitgehend gelöst; damit war aber nicht bewiesen, was Schribaux behauptet hatte, daß nämlich die ertragreichsten Sorten sich am wenigsten bestocken. Dies ist nämlich aus der abnehmenden Wertigkeit der Halme gar nicht zu beweisen, eine Ansicht, zu der auch Schoute (15, S. 476) kommt: „Man muß es sich nicht so denken, wie Schribaux es ohne Zweifel tat: ‘Wenn die Bestockung eintritt durch geringere Saatquanta, so erhalte ich neben den Haupthalmen, welche ich sonst ebenfalls erhalten haben würde, eine größere oder geringere Zahl von Seitenhalmen; sind diese nun von geringerem Wert als die Haupthalme, so kann ich daraus den schädlichen Einfluß der Bestockung auf den Ertrag berechnen.’ Dieses ist aus verschiedenen Gründen eine irrige Ansicht. Denn erstens geht mit der Bestockung eine starke Änderung aller Halm- und Ährengewichte Hand in Hand, wie wir gesehen haben; hierdurch kann schon allein die Ernte viel stärker ab- oder zunehmen, als es durch die Mehr- oder Minderwertigkeit der Seitenhalme ge-

schehen kann. Außerdem aber ist es möglich, daß die Seitenhalme hinter den Haupthalmen der Pflanzen, zu denen sie gehören, sehr bedeutend zurückstehen, während sie dennoch nicht hinter dem Durchschnitt aller Halme der Kultur zurückbleiben oder sogar über diesem Durchschnitt stehen; das kommt daher, daß im allgemeinen nur die besten Pflanzen einer Kultur sich bestocken.“

III. Die bei den Untersuchungen angewandte Methode.

Mit vorliegender Arbeit soll das Problem der Wertigkeit der Halme wieder aufgegriffen werden. Aus der abnehmenden Wertigkeit der Halme allein kann wohl, wie eben erwähnt wurde, kein Schluß auf den Einfluß der Bestockung auf den Ertrag gezogen werden. Immerhin ist sie aber ein Faktor, der den Ertrag mit bestimmt. Um ein Problem zu lösen, muß es Aufgabe der wissenschaftlichen Forschung sein, die einzelnen Faktoren zu ergründen und genau zu studieren. Wie beim Chemiker, so muß auch beim Pflanzenbauer und Pflanzenzüchter zuerst die Analyse, d. h. die Zerlegung in einzelne Teile, in Faktoren, vorausgehen, um zur Synthese, zur Lösung des Problems, zu gelangen.

Bei dem Material Schoutes ist zu bemängeln, daß es sich um Durchschnittswerte aus Feldbeständen handelt, die ein sehr ungleiches Material liefern. Die stärkere Bestockung einzelner Pflanzen kann darauf zurückzuführen sein, daß infolge von Fehlstellen benachbarte Pflanzen sich stärker entwickeln konnten. Im Gegensatz zu Schoute habe ich deshalb Material verwandt, das unter gleichmäßigen Bedingungen im Pflanzgarten gewachsen war.

Auch meine Methode zur morphologischen Feststellung der einzelnen Halme war etwas anders wie bei Schoute. Es ist sehr schwierig, an der reifen Pflanze Haupt- und Seitenhalme nach ihrer morphologischen Stellung zu unterscheiden. Schoute legte deshalb bei seinen ersten Beobachtungen dünne Fäden, die er mit einer Etikette versah, an die einzelnen Sprosse der noch jungen Pflanzen. In diesem Stadium war die morphologische Stellung sehr leicht zu erkennen. Das Anbringen der Fäden war aber eine sehr schwierige Arbeit. Er suchte deshalb nach einer Methode, mit der er auch an der reifen Pflanze ohne vorherige Kennzeichnung die morphologische Stellung der einzelnen Halme erkennen

könne. Zu diesem Zwecke studierte er eingehend die Bestockung der Getreidepflanzen, besonders die Insertion der ersten Sprosse am Hauptsproß, ferner das Aufrollen der Blätter der einzelnen Sprosse usw. und traute sich auf Grund der eingehenden Kenntnisse, die er sich dadurch erwarb, eine morphologische Unterscheidung der einzelnen Halme an der reifen Pflanze zu. „Nach allem glaube ich, daß von den Bestimmungen der Seitenhalme 1. Ordnung höchstens etwa 1% falsch sein können, daß also 99% richtig sein müssen (15, S. 44). Schoute hat die Sicherheit seiner Methode an 96 Roggenpflanzen nachgeprüft, die in der Jugend mit Etiketten versehen worden waren (S. 410). Bei der Untersuchung selbst berücksichtigte er die Etiketten nicht eher, als bis die Bestimmung des Halmes nach seiner Methode, die er in Kapitel II seines Buches beschreibt, ausgeführt war. In allen Fällen stellte sich heraus, daß die beiden Bestimmungen übereinstimmten. Dazu ist zu bemerken, daß die Feststellung der morphologischen Stellung der Halme bei den in Frage stehenden Pflanzen nicht sehr schwierig gewesen sein dürfte. Hatten doch von den 96 Pflanzen des Materials 75 nur 1 Halm, 19 2 Halme und weitere 2 Pflanzen 3 Halme. Je geringer die Halmzahl, desto leichter ist selbstverständlich die morphologische Bestimmung. Es schien mir deshalb die Bestimmung der einzelnen Halme stärker bestockter Bestände erst an der reifen Pflanze nicht sicher genug. Daher wurde eine neue Methode gewählt, die sich zwar an die der Etikettierung Schoutes anschließt. Zur Kennzeichnung der Halme wurden Zelluloidringe in verschiedenen Farben verwandt, die über die Sprosse gesteckt wurden. Diese haben gegenüber der Schouteschen Methode den Vorzug, daß durch Abfaulen oder Reißen der Fäden die Kennzeichnung des Sprosses nicht verloren gehen kann. Auch ist das Anlegen der Zelluloidringe viel bequemer als die Befestigung der Bindfäden. Bei im Jahre 1925 beringten Sorten wurden versuchsweise für die Ringe einige $\frac{1}{2}$ —1 cm breite, ungefähr 4 cm lange Aluminium- und Bleistreifen, mit verschiedenen Nummern versehen, um die betreffenden Halme gelegt. Die Streifen waren schon so weit vorgebogen, daß es keine Schwierigkeit mehr machte, den Ring am Halm selbst zu schließen. Da aber die eingepprägten Zahlen bei der Ernte schwer zu lesen sind, so wurden, wie auch schon bei den meisten Untersuchungen vom Jahre 1925, bei der Beringung in den Jahren 1926 und 1929 nur Zelluloidringe zur Anwendung gebracht.

Schoute hat die verschiedenen Knospen bzw. die daraus entstehenden Halme einer Pflanze mit Symbolen belegt. Die Hauptachse nennt er Halm 1, die Seitenachsen der 1. Ordnung nennt er der Reihe nach 11, 12, 13 usw. Diese Bezeichnungen wollen wir der Einfachheit halber beibehalten. Bei den im Jahre 1929 beringten Sommergetreidesorten wurde Halm 1 mit einem roten Ring belegt, Halm 11 mit einem gelben, Halm 12 mit einem grünen und Halm 13 mit einem blauen. Fehlte einer dieser Sprosse, so wurde auch der betreffende Ring nicht angebracht. Beim Fehlen von 11 z. B. erhielt die Pflanze nur einen roten, grünen und blauen Ring auf die Halme 1, 12 und 13. Anders wurde die Beringung des Wintergetreides in den verschiedenen Jahren und die der Sommergerste vom Jahre 1925 gehandhabt. Hier bekam wohl auch der Haupthalm, also nach der Schouteschen Bezeichnung der Halm 1, den roten Ring. Mit dem gelben Ring wurde aber derjenige erschienene Seitensproß 1. Ordnung belegt, der an der tiefsten Stelle am Haupthalm inseriert war, ohne Rücksicht darauf, ob es sich um einen 11- oder 12-Sproß handelte. Hier sei vorweggenommen, daß der 11-Sproß häufig fehlt. Der grüne Ring wurde an den Sproß gegenüber gesteckt, der morphologisch auf den 11- bzw. 12-Sproß folgt, also auf 12 bzw. 13. Der blaue Ring kam dann auf den weiter folgenden Sproß, also auf 13 bzw. 14. Es ist dies wohl auch eine Beringung nach der morphologischen Stellung der Halme, aber nur unter Berücksichtigung der wirklich zur Entwicklung gekommenen Halme. Da beide Beringungsmethoden voneinander abweichen, dürfen die Ergebnisse nicht unmittelbar miteinander verglichen werden. Damit keine Verwechslung vorkommt, bezeichne ich die Halme, deren Stellung mittels der letzteren Methode festgelegt wird, mit 1., 2., 3. und 4. Halm.

Bei der Beringung wurden absichtlich nur die ersten 4 Halme berücksichtigt, da auf Feldbeständen die Bestockung im Durchschnitt kaum über diese Anzahl von Halmen hinausgeht. Bei Wintergetreide wurden die Ringe im April angelegt, während bei Sommergetreide die Beringung möglichst bald nach Erscheinen des fraglichen Sprosses erfolgte. In der ersten Zeit wurden die Ringe öfters nachgesehen.

IV. Einfluß der Entwicklung der Getreidepflanze vom keimenden Korn bis zur Vollendung des Wachstums auf das Wertverhältnis der Halme.

1. Untersuchungen an angekeimten Körnern über das Vorkommen des Koleoptylensprosses.

Nowacki gibt in seiner Anleitung zum Getreidebau (10) mehrere Querschnitte von jungen Getreidepflanzen. Dabei bemerkt er zu einem Querschnitt bei Hafer (S. 34): „Die Knospe in der Achsel des Scheidenblattes fehlt, weil sie nicht zur Entwicklung gekommen oder vielleicht nicht durch den Querschnitt getroffen worden ist . . .“ Weiterhin bringt Nowacki noch einige Querschnitte, bei denen der Koleoptylensproß nicht entwickelt ist. Häufiges Fehlen dieses Sprosses deutet darauf hin, daß die Knospe, aus welcher er entspringt, sehr schwach ist, wenn sie nicht überhaupt fehlt. Aus einer schwachen Knospe kann auch nur ein schwacher Halm entstehen. Schoute hat den Koleoptylensproß als einen sehr schwachen Sproß charakterisiert, der häufig fehlen kann. Um die Frage zu prüfen, ob der Koleoptylensproß, nach der Schouteschen Bezeichnung Sproß 11, schon im Korn in der Anlage vorhanden ist, wurden von mir angekeimte Körner untersucht. Eine Anzahl Körner von Babenhauser Spelz, Mauerner Weizen, Petkuser Roggen, Isaria Gerste und Petkuser Hafer wurden im Keimschrank bei Zimmertemperatur eingelegt. Nach 4 Tagen hatten sich Keime von 9—17 mm Länge entwickelt; nur der Hafer kam eben erst aus den Spelzen heraus. Mit der Klinge eines Rasierapparates wurden aus jedem Korn dünne Schnitte herausgenommen und auf das Vorhandensein der 11-Knospe mit einem Präpariermikroskop unter Zuhilfenahme von Präpariernadeln untersucht. Es war bei dieser primitiven Methode möglich, daß der Schnitt nicht direkt aus der Mitte des Kornes stammte und eine etwa vorhandene 11-Knospe sich gar nicht auf dem Ausschnitt befand, somit auch nicht festgestellt werden konnte. Bei einer exakten Untersuchung hätte das Korn mit einem Mikrotom in lauter kleine Schnitte zerlegt werden müssen, die nacheinander zu untersuchen gewesen wären. Immerhin gibt die von mir angewandte Methode einen gewissen Hinweis auf das Vorhandensein der 11-Knospe bei den verschiedenen Getreidearten. Das Ergebnis war folgendes:

	Zahl der untersuchten Körner	11-Knospe einwandfrei zu sehen	11-Knospe fehlt bzw. nicht erkannt
Spelz	17	17	—
Weizen	16	16	—
Roggen	16	10	6
Gerste	17	15	2
Hafer	12	8	4

Die Zahlen weisen eindeutig darauf hin, daß 11 besonders bei Roggen und Hafer fehlen kann, oder mindestens so schwach angelegt ist, daß sie bei ungünstigen Bedingungen nicht zur Entwicklung kommt. Ob daraus der Schluß zu ziehen ist, daß bei Roggen und Hafer der 11-Sproß, wenn er vorhanden ist, geringere Wertigkeit gegenüber dem Haupthalm hat als die entsprechende Achse bei Weizen, Spelz und Gerste, müssen erst die Feststellungen an der reifen Pflanze ergeben.

2. Beobachtung der Entwicklung der Sprosse in drei Gewächshausversuchen.

Bei aus freien Feldbeständen entnommenen Weizenpflanzen wurde die Beobachtung gemacht, daß der 11-Sproß sehr oft fehlte und zwar um so häufiger, je tiefer das Korn lag. Dies gab Veranlassung, in einem eigenen Versuch den Einfluß der Tiefenlage auf die Entwicklung des 11-Sprosses zu prüfen. Dabei wurden auch die weiteren Sprosse in ihrem Wachstumsverlauf beobachtet. In einer mit Komposterde gefüllten, im Gewächshaus stehenden Kiste wurden Körner, nachdem sie 2 Tage im Wasser zum Quellen gelegen waren, bei verschiedener Tiefe in einer Entfernung 5×5 cm bzw. 10×10 cm im Quadrat ausgelegt. Da sich bei der kurzen Wachstumszeit der Pflanzen ein Unterschied in der Entwicklung bei verschiedener Entfernung der Körner nicht ergab, wurde auch bei der Auswertung der unterschiedliche Wachsraum nicht berücksichtigt. Die Tiefenlage der Körner betrug $\frac{1}{2}$, 2, 4 und $6\frac{1}{2}$ cm. Die Löcher für die Einsaat wurden mit einem Setzholz, das unten abgeplattet war, vormarkiert. Nachdem die Körner mit einer Pinzette eingelegt waren, füllte man die Löcher mit feiner Erde zu. Der Versuch wurde nach Bedarf gegossen. Die Untersuchung der Pflanzen geschah am 33. Tage nach der Anlage des Versuches, die am 7. April 1929 erfolgt war. Nachstehend sind die Tempe-

raturen während dieses Zeitraumes angegeben. Vom 7.—19. April wurde leider die Temperatur im Gewächshaus nicht festgestellt. Es sind daher für diesen Zeitraum die Durchschnittstemperaturen aufgeführt, welche die Wetterwarte Weißenstephan verzeichnete.

Datum	Minimum ° C	Durchschnitts- temperatur ° C	Maximum ° C	Datum	Minimum ° C	Durchschnitts- temperatur ° C	Maximum ° C
7. April	—	4,2	—	24. April	1	—	24
8. "	—	6,3	—	25. "	8	—	23
9. "	—	7,0	—	26. "	1	—	18
10. "	—	9,5	—	27. "	4	—	20
11. "	—	9,5	—	28. "	4	—	27
12. "	—	8,1	—	29. "	7	—	30
13. "	—	10,4	—	30. "	9	—	31
14. "	—	10,1	—	1. Mai	8	—	24
15. "	—	7,7	—	2. "	7	—	25
16. "	—	8,1	—	3. "	8	—	28
17. "	—	6,6	—	4. "	10	—	19
18. "	—	7,9	—	5. "	4	—	14
19. "	—	10,7	—	6. "	7	—	33
20. "	5	—	28	7. "	12	—	32
21. "	4	—	27	8. "	11	—	30
22. "	0	—	17	9. "	11	—	28
23. "	1	—	23				

Der Temperaturverlauf ist gekennzeichnet durch schroffen Wechsel, was auf die starke Erwärmung durch das Glasdach zur Mittagszeit zurückzuführen ist. Die Pflanzen sind bei höheren Temperaturen als Getreidebestände auf freiem Felde gewachsen. Deshalb dürfen die gefundenen Ergebnisse nicht mit Versuchen, die im Freiland angestellt sind, verglichen werden. Immerhin wird aber der Unterschied, der sich zwischen den einzelnen Getreidearten ergibt, als typisch bezeichnet werden dürfen.

Durch tägliche Beobachtungen wurde das Erscheinen der Blätter und der Haupt- und Seitensprosse festgestellt. Es handelt sich bei jeder Tiefenlage um Durchschnittsergebnisse von 18 Pflanzen.

Der Roggen zeigt durchweg bei allen Tiefenlagen mit einziger Ausnahme des 11-Sprosses ein schnelleres Wachstum. Bei ihm erscheinen die Sprosse in kürzeren Zwischenräumen aufeinander. Sowohl bei Roggen als auch beim Weizen ist der Zeitraum zwischen Erscheinen von 12 und 13 größer als der zwischen 11 und 12,

Tiefenlage in cm	In Tagen nach dem Auslegen des Kornes					
	Auflaufen	2. Blatt	3. Blatt	11-Sproß	12-Sproß	13-Sproß
Mauerner Weizen						
$\frac{1}{2}$	5,5	12,8	19,1	18,3	23,2	29,5
2	6,9	13,0	20,0	—	24,0	30,0
4	9,6	14,7	22,1	—	29,6	31,9
$6\frac{1}{2}$	11,4	17,1	24,2	—	31,0	—
Petkuser Roggen						
$\frac{1}{2}$	5,1	12,2	17,2	19,7	21,6	25,6
2	6,0	12,0	17,4	—	22,0	26,1
4	7,8	12,9	19,5	—	24,1	27,3
$6\frac{1}{2}$	10,1	14,2	21,4	—	27,0	28,7

was darauf hinweist, daß der Sproß 11 schwächer ist als der folgende. Die verschiedenen Tiefenlagen haben bei Roggen keinen nennenswerten Einfluß auf den Abstand zwischen Auflaufen der Pflanze und Erscheinen des 12-Sprosses. Bei Weizen dagegen ist es offensichtlich, daß bei zunehmender Tiefenlage ein größerer Abstand zwischen Auflaufen und Erscheinen von 12 entsteht. Der Grund für diese gegensätzliche Erscheinung bei Weizen und Roggen ist wohl darin zu suchen, daß der Roggen bei tiefer Lage des Kornes die untersten Halmglieder streckt, d. h. einen Halmheber bildet, wie Niggli (9; S. 63) gezeigt hat, und den Bestockungsknoten näher der Erdoberfläche hat als der Weizen. Dies bestätigen auch unsere Versuche.

Tiefenlage des Kornes in cm	Zahl der untersuchten Pflanzen	Davon bilden einen Halm- heber	Tiefenlage des Kornes in cm	Zahl der untersuchten Pflanzen	Davon bilden einen Halm- heber
Mauerner Weizen			Petkuser Roggen		
$\frac{1}{2}$	30	0	$\frac{1}{2}$	26	0
2	31	0	2	29	2
4	31	0	4	30	28
$6\frac{1}{2}$	29	17	$6\frac{1}{2}$	30	30

Roggen hat schon bei einer Tiefenlage von 2 cm vereinzelt Halmheber, während Weizen erst bei einer solchen von $6\frac{1}{2}$ cm dazu übergeht, den Bestockungsknoten durch einen Halmheber höher zu legen.

Über die Häufigkeit der Sprosse gibt folgende Tabelle Auskunft.

Tiefen- lage des Kornes in cm	Anzahl der unter- suchten Pflanzen	Sproß			Die nicht über das sie umgebende Blatt hinausgewachsenen Sprosse bzw. Knospen hatten eine Länge von ? mm		
		11	12	13			
		war ? mal erschieden			11	12	13
Mauerner Weizen							
$\frac{1}{2}$	30	26	29	28	1,2	12,0	12,0
2	31	—	30	20	1,6	3,0	14,4
4	31	— ¹	6	21	1	7,1	18,4
$6\frac{1}{2}$	29	—	2	4	1	4,3	16,0
Petkuser Roggen							
$\frac{1}{2}$	26	5	26	26	1	—	—
2	29	1	28	29	1	9	—
4	30	—	21	30	1	11,8	—
$6\frac{1}{2}$	30	—	10	30	1	11,6	—

Bei einer Tiefenlage des Kornes von 2 cm und mehr kommt bei keiner der beiden Getreidearten ein Koleoptylensproß zur Entwicklung. Auch bei einer Saattiefe von $\frac{1}{2}$ cm ist die 11-Achse nicht immer vorhanden; besonders häufig fehlt sie bei Roggen. An 26 Roggenpflanzen ist sie nur 5mal erschienen und auch in diesen Fällen ist sie immer schwächer als 12. Die Pflanzen, bei denen 11 fehlte, wurden mit dem Präpariermikroskop näher untersucht. Dabei war am Weizen die Knospe immer deutlich zu erkennen, während bei Roggen in 8 Fällen nicht einmal die Anlage einer 11-Knospe nachgewiesen werden konnte. Auch bei den Tiefenlagen 2, 4 und $6\frac{1}{2}$ cm war an Weizen die Knospe immer zu erkennen, während sie bei Roggen in $\frac{1}{3}$ der Fälle fehlte.

Die Sprosse 12 und 13 waren nicht immer zur Entwicklung gekommen. Bei Roggen hat sich unter den gegebenen Bedingungen Sproß 13 bei den Tiefenlagen 2, 4 und $6\frac{1}{2}$ cm stärker entwickelt als 12, was einerseits auf die durch den Halmheber bedingte geringe Tiefenlage der Knospe 13 zurückzuführen sein mag, andererseits aber auch ein Beweis dafür sein kann, daß Knospe 13 in der Anlage überhaupt stärker ist als 12. Es wäre damit ein Beweis für die Schoutesche Feststellung gefunden, daß das Wertigkeitsmaximum für Roggen wahrscheinlich beim 3. Seitenhalm 1. Ordnung liegt. Für den Weizen kommt erst bei größerer Tiefenlage eine Überlegenheit des 13-Sprosses zum Ausdruck.

Kurz zusammengefaßt sind die Ergebnisse dieses ersten Saattieftenversuches folgende: Schon bei einer Tiefenlage von 2 cm erscheint bei Roggen und Weizen kein 11-Sproß mehr. 11 kommt vielmehr nur bei der ganz seichten Saat von $1\frac{1}{2}$ cm zur Entwicklung und zwar bei Weizen bedeutend häufiger als bei Roggen. Diese schwache Anlage der 11-Knospe wird durch den weiteren Umstand bestätigt, daß, wenn sich daraus ein Sproß bildet, er bei Roggen wesentlich länger braucht, bis er sichtbar wird, als der entsprechende bei Weizen.

Angeregt durch den großen Unterschied, der sich in der Häufigkeit des 11-Sprosses bei Roggen und Weizen ergab, sollte durch einen weiteren Kastenversuch im Gewächshaus festgestellt werden, ob sich auch bei den anderen Getreidearten ähnliche Unterschiede finden. Der Versuch wurde am 12. Mai 1929 angelegt. Er wuchs also unter wesentlich höheren Temperaturen heran als der Versuch vom 7. April 1929. Dementsprechend müssen auch die Ergebnisse anders sein. Es wurden nur zwei verschiedene Saattieften gewählt, nämlich $1\frac{1}{2}$ und 2 cm. Die Entfernung betrug 5×5 cm im Quadrat. Die Körner wurden diesmal mit besonderer Sorgfalt eingelegt und zwar mit der Bauchfurche gegen den Boden, damit für die Entwicklung der einzelnen Knospen die gleichen Bedingungen gegeben waren. Das Auflaufen war dann auch sehr regelmäßig. Die Temperaturen im Gewächshaus wurden nicht eigens festgestellt. Zuerst lief der Dinkel, dann die Gerste und hierauf der Weizen auf. Erst in größerem Abstände folgte der Hafer. Das 2. Laubblatt erschien zuerst bei Gerste.

Bei Betrachtung dieses Versuches fällt zunächst das fast vollständige Fehlen von 11 auf. Nur bei der Tiefenlage von $1\frac{1}{2}$ cm weist Kolbendinkel an 25 Pflanzen 8 Stück 11-Sprosse auf, S.-W. Rümker St. II an 26 Pflanzen 2 und S.-W. Janetzki an der gleichen Anzahl Pflanzen 1. In den übrigen Fällen hat 11 nur so wenig ausgetrieben, daß er nicht mehr über die Blattscheide des ihn umhüllenden Blattes herauskommt. Bei Kolbendinkel hat dieser verborgene 11-Sproß mit $4\frac{1}{2}$ mm die größte Länge erreicht; auch bei den beiden Sommerweizen und den beiden Gerstensorten hat 11 noch verhältnismäßig stark ausgetrieben. Bei der Tiefenlage von 2 cm fehlt 11 überall. Die Länge, welche die angetriebene Knospe erreicht, mag ein Hinweis sein auf die mehr oder minder kräftige Anlage des betreffenden Sprosses. Die beiden Gerstensorten zeigen demnach kräftige 11-Sprosse, ebenso der Kolben-

Sorte	Tiefenlage des Kornes 0,5 cm				Tiefenlage des Kornes 2 cm			
	Zahl der unter- suchten Pflanzen	Sproß			Zahl der unter- suchten Pflanzen	Sproß		
		11	12	13		11	12	13
		war ? mal er- schienen				war ? mal er- schienen		
		Die nicht über das sie umgebende Blatt hinausgewachsenen Sprosse bzw. Knospen hatten eine Länge von ? mm				Die nicht über das sie umgebende Blatt hinausgewachsenen Sprosse bzw. Knospen hatten eine Länge von ? mm		
		11	12	13		11	12	13
Maurer Winter-Weizen . .	24	—	1,2	1,7	26	—	1,0	1,0
Kolbendinkel . . .	25	8	4,5	6,7	25	—	1,9	3,8
Janetzki-Sommer-Weizen . .	26	1	1,6	4,9	26	—	1,1	2,7
Rümker St. II Sommer-Weizen . .	26	2	3,2	5,6	26	—	1,0	2,1
Stadler R. 40 Gerste	26	—	2,2	—	24	—	2,2	23,0
Pflugs Extensiv-Gerste	24	—	2,5	6,0	24	—	3,0	16,9
Dollar 1 Hafer Oberkörner	13	—	1,0	3,4	12	—	1,0	7,0
Dollar 1 Hafer Unterkörner . . .	13	—	1,0	19,4	11	—	1,0	11,0
Fichtelgebirgs-Hafer Oberkörner	13	—	1,0	8,3	13	—	1,0	6,8
Fichtelgebirgs-Hafer Unterkörner . . .	13	—	1,1	6,0	13	—	1,0	10,8
		—	12	8		8		

dinkel. Die Erklärung für das häufige Fehlen des 11-Sprosses bei allen untersuchten Getreidearten und -sorten liegt darin, daß er sich bei der hohen Temperatur nicht entwickeln konnte. Die Temperaturen waren überhaupt so, daß es zu keiner regelrechten Bestockung gekommen ist. Wie die Keimung und das Schossen, so ist auch die Bestockung an eine bestimmte Temperatur gebunden. Bei der Tiefenlage $\frac{1}{2}$ cm ist der Ansatz zur Bestockung eher zu erkennen als bei der von 2 cm.

In der Entwicklung des 2. und 3. Seitensprosses ergaben sich bedeutsame Unterschiede zwischen den einzelnen Getreidearten und -sorten. Bei Mauerner Weizen weisen 12 und 13 eine sehr schwache Entwicklung auf. Immerhin hat es 13 bei 0,5 cm Tiefenlage zu größerer Länge gebracht, was auf eine Überwertigkeit dieses Sprosses gegenüber 12 hinweisen kann. Bei Kolbendinkel ist in der Tiefenlage 0,5 cm 12 deutlich besser entwickelt. Bei der Tiefenlage von 2 cm sind beide Sprosse gleich stark. Das Wertigkeitsmaximum wird bei Kolbendinkel deshalb mehr bei 12 liegen. Janetzki S.-W. läßt keine deutliche Überwertigkeit eines der beiden Sprosse erkennen, wenn sich auch bei der tieferen Saat die Knospe 13 stärker entwickelt hat. Ähnlich ist es bei Rümker St. II. S.-W. Die beiden Gerstensorten zeigen, daß die Gerste die Fähigkeit hat, sich auch noch bei höherer Temperatur zu bestocken. Stadler R. 40 Gerste hat bei beiden Tiefenlagen 12 und 13 gleich stark entwickelt. Pflugs Extensiv-Gerste neigt zu besserer Entwicklung von 12 bei geringerer Tiefenlage. Bei Hafer ist zunächst ein deutlicher Unterschied wahrnehmbar zwischen Ober- und Unterkörnern. Die Unterkörner haben eine bedeutend stärkere Bestockungsfähigkeit. Sowohl bei Ober- als auch bei Unterkörnern weist Dollar 1 eine stärkere Entwicklung von 13 gegenüber 12 auf als der Fichtelgebirghafer, was auf schnelles Wachstum hinweist. Dollar 1 hat tatsächlich eine schnellere Entwicklung als Fichtelgebirghafer, worin seine Unempfänglichkeit gegen Fritfliegenbefall begründet liegt. Es wäre zu erwägen, ob sich nicht durch ähnliche Wachstumsversuche die Wachstumsschnelligkeit und damit die Fritfliegenanfälligkeit bei Hafersorten feststellen ließe.

Die Ergebnisse des zweiten Kastenversuches können, wie folgt, zusammengefaßt werden: Die Temperatur übt einen sehr großen Einfluß auf die Bestockung aus. Unter den bei dem Versuch gegebenen Bedingungen kommen schwache Sprosse, wie z. B. 11, nur mehr ganz selten zur Entwicklung. Das Wachstum der 12- und

13-Sprosse mag ein Hinweis sein auf die Wertigkeit der sich daraus entwickelnden Halme. Das Wertigkeitsmaximum ist für W.-Weizen bei 13, für Kolbendinkel bei 12 zu suchen. Bei S.-Weizen, Gerste und Hafer erscheinen die beiden Sprosse ungefähr gleichwertig, wobei jedoch Sortenunterschiede festzustellen sind.

Es war durch den zweiten Gewächshausversuch nicht geglückt, die Häufigkeit des 11-Sprosses zu bestimmen, da er infolge der hohen Temperatur nur in einzelnen Fällen erschien. Es mußte daher ein weiterer Versuch bei niedriger Temperatur angelegt werden. Dieser dritte Kastenversuch wurde im Jahre 1931 wie die beiden vorausgegangenen im Gewächshaus durchgeführt. Am 28. März 1931 wurden Körner der in nachfolgender Tabelle aufgeführten Getreidearten und -sorten in 1 cm Tiefe mit der Bauchfurche nach unten im Abstand 5×5 cm im Quadrat mit der Pinzette ausgelegt. Die Temperaturen im Gewächshaus während der Wachstumszeit des Versuches waren folgende:

Datum	Minimum ° C	Maximum ° C	Datum	Minimum ° C	Maximum ° C
29. März	—4	17	16. April	4	13
30. "	—6	17	17. "	5	14
31. "	—4	15	18. "	5	12
1. April	—5	19	19. "	1	22
2. "	—3	20	20. "	4	23
3. "	—1	23	21. "	6	15
4. "	6	13	22. "	2	20
5. "	4	14	23. "	3	22
6. "	4	13	24. "	3	26
7. "	4	23	25. "	5	26
8. "	3	24	26. "	9	20
9. "	0	26	27. "	5	23
10. "	2	20	28. "	6	17
11. "	5	19	29. "	4	13
12. "	1	27	30. "	3	22
13. "	3	27	1. Mai	3	25
14. "	4	21	2. "	3	25
15. "	5	16			

Besonders in den ersten Tagen nach der Ansaat waren die Temperaturen niedrig, ein Umstand, der die Entwicklung des schwachen 11-Sprosses begünstigt hat. Wie die nachstehende Tabelle zeigt, ist er denn auch überall mit Ausnahme des Petkuser S.-Roggens und des Beseler II Hafers erschienen.

Sorte	Zahl der unter- suchten Pflanzen	Sproß			Die nicht über das sie umgebende Blatt hinaus- gewachsenen Sprosse bzw. Knospen hatten eine Länge von ? mm		
		11	12	13			
		war ? mal erschieden			11	12	13
Isaria-Gerste	23	21	23	16	2	—	22,4
Hado-Gerste	24	19	24	7	10,4	—	21,5
Petkuser S.-Roggen . .	21	—	19	19	1	5,5	43,5
Petkuser W.-Roggen .	22	2	22	22	—	—	—
Friedrichswerther W.-Gerste	23	23	23	23	—	—	—
Eckendorfer W.-Gerste	23	23	23	23	—	—	—
Australische D W.- Gerste	23	7	23	21	9,5	—	46,5
Mauerner W.-Weizen .	24	9	23	17	2,1	17,0	24,0
Durum Realforte di Si- cilia W.-Weizen . .	24	22	24	22	1	—	28,0
Zimbern S.-Weizen . .	23	20	22	1	3,7	12,0	17,4
Janetzki S.-Weizen . .	24	17	16	1	1,1	17,9	18,2
San Martin S.-Weizen .	23	2	6	7	1	12,2	17,2
Beseler II Hafer . . .	22	—	7	—	1	11,3	3,5
Hafer A 3 h o	22	15 ¹⁾	22	1	1	—	9,9

Die Häufigkeit des 11-Sprosses wechselt stark. Friedrichswerther und Eckendorfer W.-Gerste weisen ihn bei allen Pflanzen auf. Fast regelmäßig kommt er zur Entwicklung bei Isaria und Hado-Gerste, bei W.-Weizen Realforte di Sicilia und schließlich noch bei Zimbern S.-Weizen. Janetzki S.-Weizen weist schon bedeutend weniger davon auf; dann folgt Hafer A 3 h o, bei dem sie aber immer schwächer sind als die 12-Sprosse. Hafer A 3 h o hat ein sehr langsames Wachstum, weshalb Zeit für die Entwicklung von 11 bleibt. Ganz aus dem Rahmen der übrigen Sorten fallen heraus Australische D W.-Gerste, Mauerner W.-Weizen und San Martin S.-Weizen. Ein Überblick über die gefundenen Werte deutet darauf hin, daß zwischen Häufigkeit des Koleoptylensprosses und Getreideart eine gewisse Beziehung besteht. Roggen entwickelt ihn selten und wohl auch Hafer; am häufigsten scheint er bei Gerste und fast ebenso häufig bei Weizen zu sein. Auch innerhalb der Getreidearten sind sortentypische Unterschiede nachzuweisen. Bei der Untersuchung der angekeimten Getreidekörner

¹⁾ Immer schwächer als der 12-Sproß.

(S. 141) wurde schon darauf hingewiesen, daß die 11-Knospe wahrscheinlich im reifen Getreidekorn vorhanden ist. Ihre mehr oder minder kräftige Anlage wird möglicherweise durch den Ausreifungsgrad des Getreides bestimmt. Ist es schlecht ausgereift, so wird die Knospe wohl sehr schwach sein und auch einen schwachen Sproß liefern.

Sproß 12 und 13 sind bei W.-Roggen, Friedrichswerther und Eckendorfer W.-Gerste immer erschienen. Bei den S.-Gersten Isaria und Hado ist 12 immer vorhanden, 13 dagegen bedeutend weniger oft, besonders bei Hado. Da 12 früher erscheint als 13, ist unter der Annahme, daß beide gleichwertig sind, zu vermuten, daß ersterer öfter vorhanden ist. Es ist also aus dem häufigeren Auftreten des 12-Sprosses noch nicht ohne weiteres zu folgern, daß er höhere Wertigkeit besitzt. Diese Annahme ist erst dann begründet, wenn 13 sehr selten wird, was z. B. bei Hado der Fall ist. Petkuser S.-Roggen weist gleichviel 12- und 13-Sprosse auf; überdies sind die nicht erschienenen 13-Sprosse länger als die 12. Das Wertigkeitsmaximum liegt für ihn also bei 13, ebenso wie bei Petkuser W.-Roggen. Das gleiche gilt für die drei untersuchten W.-Gersten-Sorten. — Mauerner W.-Weizen weist zwar gegenüber 23 Stück 12-Sprossen nur 17 13-Sprosse auf; doch haben sich die fehlenden 13-Sprosse immerhin zu einer Länge von 24 mm entwickelt. Hier kann daher eine Entscheidung über den Vorrang einer bestimmten Achse nicht getroffen werden. Bei W.-Weizen Realforte di Sicilia ist 13 fast ebenso häufig anzutreffen wie 12, was als höhere Wertigkeit für 13 zu buchen ist. Deutlich zeigt sich bei den S.-Weizen-Sorten Zimbern und Janetzki die Überlegenheit von 12. Einen anderen Fall haben wir bei San Martin S.-Weizen, wo sich 13 als höherwertig erweist. Bei beiden Hafersorten hat 12 entschieden den Vorzug.

3. Beobachtungen auf dem Versuchsfelde über die Häufigkeit des Koleoptylensprosses.

Durch die 3 Kastenversuche wurde eindeutig festgestellt, daß der Sproß 11 als sehr schwach anzusprechen ist. Es zeigten sich jedoch Unterschiede bei den verschiedenen Getreidearten und innerhalb der Art auch wieder bei den Sorten. Diese Sortenunterschiede wollte ich noch eingehender studieren. Es stand zu diesen Zwecke das Getreidesortiment des Institutes zur Verfügung. Der Boden des Versuchsfeldes, auf dem die Pflanzen wuchsen, ist

schwerer, tiefgründiger Lehm. Die Beobachtung des 11-Sprosses wurde durchgeführt, sobald 13 erschienen war, also zu einem Zeitpunkt, da anzunehmen war, daß keine verspäteten 11-Sprosse mehr durchbrechen würden.

Im Jahre 1931 wurden die beobachteten Gersten- und Hafersorten mit Ausnahme der drei in der Tabelle S. 153 zuerst aufgeführten Hafersorten nach der Dibbelwalze von Scharnagel ausgelegt. Die übrigen Getreidesorten des gleichen und des Jahres 1929 wurden mit dem Dibbelrahmen, nachdem die Rillen vorgekratzt waren, gesät. Die Aussaat erfolgte im Jahre 1929 bei S.-Weizen am 25. März, bei Gerste am 25., 26. und 27. März, bei Hafer vom 28.—30. März. Die Unterschiede im Aussaattermin sind also nicht groß. Die Temperaturen während des in Frage kommenden Zeitraumes waren folgende:

1929	Durchschnitts- temperatur ° C	1929	Durchschnitts- temperatur ° C	1929	Durchschnitts- temperatur ° C
25. März	7	2. April	6	10. April	9
26. "	7	3. "	6	11. "	9
27. "	7	4. "	2	12. "	8
28. "	9	5. "	5	13. "	10
29. "	6	6. "	2	14. "	10
30. "	9	7. "	4	15. "	8
31. "	10	8. "	6	16. "	8
1. April	7	9. "	7	17. "	7

Im Jahre 1931 erfolgte die Aussaat des Weizens vom 28. März bis 1. April, die des Roggens am 1. April, Gerste wurde am 8. April gesät, Hafer A 3 h o am 1. April, die übrigen Hafersorten am 7. und 8. April. Die Temperaturen waren folgende:

1931	Durchschnitts- temperatur ° C	1931	Durchschnitts- temperatur ° C	1931	Durchschnitts- temperatur ° C
28. März	6	6. April	5	15. April	7
29. "	3	7. "	4	16. "	8
30. "	2	8. "	6	17. "	6
31. "	—2	9. "	7	18. "	6
1. April	1	10. "	7	19. "	5
2. "	0	11. "	8	20. "	9
3. "	0	12. "	8	21. "	8
4. "	0	13. "	8	22. "	5
5. "	—5	14. "	6		

Alle Sorten waren auf 20 cm Reihentfernung gedibbelt. Die Entfernung in der Reihe betrug bei Roggen, Hafer und Weizen 2½ cm, bei Gerste 5 cm. Die Entfernung in der Reihe dürfte für diese Beobachtungen keinen Einfluß auf das Vorhandensein des 11-Sprosses haben, da im Jugendstadium auch bei dieser Entfernung noch jede einzelne Pflanze genügend Licht zur Entwicklung der Seitensprosse erhält.

Die Zahlen in nachstehender Tabelle geben das Vorhandensein des 11-Sprosses in Prozent der 50 beobachteten Pflanzen an.

Hafer	1929	1931	S.-Gerste	1929	1931
A 3 h o	60	34	Nutans A Tiflis . . .	80	96
Waldler	36	20	Rötlich öhr. D Heine .	44	40
Fichtelgebirgs N 4 . .	32	46	Koch A	62	66
Kulisch 112 C	26	32	Lohnauer C-Form . .	54	84
Dollar 1	28	34	Isaria	16	62
Reinhard 240	22	48	Hado	54	98
Strubes Schlanstedter	14	68	R 40	50	80
Lohmanns Beseler II .	2	58	Müller	66	96
Hohenheimer 5 . . .	10	72	Pflugs Extensiv . . .	54	76
Kleykönig	6	64	Friedrichs Hanna . .	68	80
Svalöfs Goldregen . .	2	28	Heines Goldthorpe . .	62	94
Petkuser Gelb	6	78			
Pflugs Früh	8	70			
Durchschn. aller Sorten	19	50	Durchschn. aller Sorten	55	79

S.-Weizen	1929	1931	S.-Roggen	1929	1931
Einkorn	24	nicht	Krimml	nicht	4
Durum Realforte di Si-		unter-	Petkuser	unter-	8
cilia	88	sucht	Karlshulder	sucht	4
Dinkel, verzw. eigene					
Kreuzung	94	100			
Kolbendink. alb. Erf. .	100	96			
Kompakt. Transbaikal .	98	76			
Schles. Grannen . . .	72	62			
Zimbern	88	48			
Janetzki	41	58			
Rümker St. 2	35	40			
Rümker St. 6	72	58			
Rümker St. 1	72	58			
Durchschn. aller Sorten	71	66	Durchschn. aller Sorten		5

Roggen weist die geringste Anzahl von 11-Sprossen auf (5%), dann folgt Hafer. Bei Gerste und Weizen ist der Prozentsatz hoch. Bei welchen von beiden der 11-Sproß öfter vorkommt, ist auf Grund der Ergebnisse nicht zu entscheiden.

Bei Hafer sind große Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten festzustellen. Svalöfs Goldregen hat z. B. im Jahre 1929 nur in 2 Fällen von Hundert den 11-Sproß; Hafer A 3 h o dagegen 60mal. Die geringste Zahl im Jahre 1931 ist 20%, die höchste 78%. Bei einem Vergleich der beiden Jahrgänge fällt auf, daß die Zuchtsorten gegenüber 1929 die Zahl der 11-Sprosse stark vermehrt haben. Die ungezüchteten Sorten weisen wohl auch mit Ausnahme von A 3 h o und Waldler eine Steigerung der 11-Sprosse auf; sie bleibt aber bedeutend hinter der der Zuchtsorten zurück. Die Ergebnisse insgesamt betrachtet zeigen, daß im Jahre 1929 die ungezüchteten Sorten eine größere Zahl der in Frage stehenden Sprosse besitzen, im Jahre 1931 dagegen die Zuchtsorten. Worauf diese Verschiebung im gegensätzlichen Sinn zurückzuführen ist, kann nicht erklärt werden. Es wurde früher schon darauf hingewiesen, daß der Koleoptylensproß wahrscheinlich schon im reifen Getreidekorn angelegt ist. Der Ausreifungsgrad des Getreides dürfte einen bestimmenden Einfluß auf die mehr oder minder kräftige Anlage dieses Sprosses haben. Bezüglich des Ausreifungsgrades kann nur bei den ungezüchteten Sorten angegeben werden, daß er in jedem Jahr ziemlich gleich sein dürfte. Das Saatgut hierfür wird nämlich immer von Pflanzen genommen, die auf dem Versuchsfeld des Institutes in der Vollreife geerntet worden sind. Außerdem handelt es sich bei den ungezüchteten Sorten immer um eine reine Linie, d. h. um die Nachkommen nur einer Pflanze. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Häufigkeit von 11 innerhalb einzelner Linien einer Sorte verschieden ist. Das Saatgut der Zuchtsorten aller Getreidearten auf dem Versuchsfeld wird dagegen jedesmal vom Züchter neu als Original bezogen, was natürlich gewisse physiologisch verschiedene Reifezustände mit sich bringt.

Die Gerste weist eine höhere Anzahl von 11-Sprossen auf als der Hafer. Wenn man alle Sorten zusammen betrachtet, so ergibt sich auch hier eine Steigerung im Jahre 1931 gegenüber 1929, die jedoch nicht so groß ist wie bei Hafer. Bis auf die Sorte rötlich öhrig D Heine kann überall eine Zunahme festgestellt werden und zwar ist sie bei den Zuchtsorten stärker als bei den ungezüchteten. Ob überhaupt bei Gerste gezüchtete oder un-

gezüchtete Sorten mehr 11-Sprosse aufweisen, ist auf Grund der Ergebnisse nicht zu entscheiden. Isaria-Gerste von den gezüchteten und rötlich öhrig D Heine von den ungezüchteten Sorten scheinen wenig 11-Sprosse zu bilden.

S.-Weizen hat im Jahre 1929 mehr 11-Sprosse als Gerste, im Jahre 1931 dagegen weniger. Die ungezüchteten Sorten mit Ausnahme des Einkorns weisen in beiden Jahren eine höhere Anzahl davon auf als die Zuchtsorten. Die beiden Dinkel stehen mit Abstand an der Spitze, womit auch das Ergebnis des zweiten Kastenversuches übereinstimmt. Auffallend ist der Unterschied, der zwischen Rümker St. 2 und Rümker St. 6 und 1 in beiden Jahren besteht.

S.-Roggen wurde im Jahre 1929 leider nicht beobachtet. Nach den Zahlen vom Jahre 1931 ist 11 bei dieser Getreideart sehr schwach.

Wie der zweite Kastenversuch ergab, hat die Temperatur auf die Entwicklung des Koleoptylensprosses einen sehr großen Einfluß. Da 11 sich schon sehr bald entwickelt, darf man als ausschlaggebend die Temperatur betrachten, die in den ersten 14 Tagen nach der Aussaat herrscht. Wenn man daraufhin die fraglichen Zeitabschnitte von 1929 und 1931 vergleicht, so ergeben sich keine so wesentlichen Unterschiede, daß eine Untersuchung nach dieser Richtung zu einem Ergebnis führen würde.

Sorte	Zahl der untersuchten Pflanzen	Sproß 11 in % vorhanden
Hafer.		
Frühreife ungezüchtete Schwarz-, Braun-, Weiß- und Gelbhafersorten	50	22
Spätreife ungezüchtete Schwarz-, Braun-, Weiß- und Gelbhafersorten	77	22,1
Ungezüchtete Schwarz-, Braun- und Grauhafer . . .	34	35,3
„ Weißhafer	27	29,6
„ Gelbhafer	66	12,1
Gezüchtete Weißhafer	26	30,8
„ Gelbhafer	24	45,8
S.-Gerste.		
Ungezüchtete <i>distichum</i> -Gersten	50	50
„ <i>vulgare</i> -, <i>hexastichum</i> und <i>furcatum</i> - Gersten	55	23,6
Zweizeilige Kulturgersten	63	74,6

Zur Frage der Häufigkeit des 11-Sprosses liegen noch Untersuchungen vor, die der damalige Assistent des Institutes, Dr. I. A. Huber, auf Veranlassung von Prof. Dr. H. Raum im Jahre 1925 an Freilandsaaten des Getreidesortiments durchgeführt hat und die in vorstehender Tabelle niedergelegt sind.

Es zeigt sich wiederum deutlich, daß Hafer im Durchschnitt aller Sorten weniger 11-Sprosse zur Entwicklung bringt als Gerste, was also als feststehend angenommen werden kann. Innerhalb der Getreideart sind erhebliche Sortenunterschiede vorhanden, die jedoch hier nicht festgestellt werden können, da von jeder Sorte nur 3 Pflanzen zur Beobachtung standen. Es konnten deshalb nur Gruppenunterschiede herausgeschält werden. Auffallend wenig 11-Sprosse haben die *vulgare*-, *hexastichum*- und *furcatum*-Gersten. Die Kulturgersten stehen mit 74,6 % obenan.

Bei Hafer ist 11 im Durchschnitt häufiger vorhanden an den Kultursorten, ziemlich oft auch bei den Schwarz-, Braun- und Grauhafern; weniger bei den ungezüchteten Sorten von Weiß- und besonders von Gelbhafer. Weiß- und Gelbhafer weisen in den ungezüchteten Sorten das umgekehrte Verhältnis auf wie in den Zuchtsorten. Eine Zusammenstellung sehr fritfliegenfester ungezüchteter Gelbhafersorten ergab, daß an 21 untersuchten Pflanzen nur 2 11-Sprosse (= 9,5 %) vorhanden waren. Ebenso waren an fritfliegenanfälligen, ungezüchteten Gelbhafersorten bei 27 Pflanzen nur 2 11-Sprosse (= 7,4 %) festzustellen. Eine Beziehung zwischen Häufigkeit des 11-Sprosses und Fritfliegenanfälligkeit scheint demnach nicht zu bestehen.

Es folgen nun einige Beobachtungen an den von mir im Jahre 1929 beringten Freilandpflanzen.

Sorte	Zahl der unter- suchten Pflanzen	Sproß 11 vorhanden	Ausgedrückt in %
S.-Weizen	35	21	60
Hafer	65	15	23,1
S.-Gerste	55	31	56,3

Das Ergebnis zeigt ganz eindeutig, daß Hafer den 11-Sproß nicht so oft hervorbringt wie S.-Gerste und S.-Weizen, bei denen er ziemlich gleich häufig auftritt. Ein Bild von der Wachstumskraft des Koleoptylensprosses erhält man, wenn man feststellt, wieviel Halme sich daraus gebildet haben. Aus den 21 S.-Weizen-

sprossen entwickelten sich 11 reife Halme, aus den 31 Gerstensprossen 23 Halme und aus den 15 Hafersprossen ein einziger Halm. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, daß S.-Weizen und Hafer in der Reihe auf 2,5 cm, Gerste dagegen auf 5 cm gesät und außerdem Hafer stark durch die Fritfliege befallen war. Geringe Entfernung der Pflanzen wirkt hemmend auf die Entwicklung der Seitensprosse zu Halmen.

Zusammenfassend haben die Untersuchungen über die Häufigkeit des Koleoptylensprosses ergeben, daß er am wenigsten bei Roggen vorhanden ist, dann folgt Hafer. Am häufigsten kommt er bei Gerste und Weizen vor.

4. Verlauf der Bestockung.

Die Halme einer Getreidepflanze kommen zu gleicher Zeit zur Reife, d. h. sie werden wenigstens zu gleicher Zeit geerntet. Die Sprosse, aus welchen die Halme hervorgehen, erscheinen aber, wie in der Einleitung schon betont wurde, erst in gewissen Zeitabständen nach dem Haupthalm, haben also weniger Zeit zum Wachstum zur Verfügung. Besonders nachteilig wird sich dies bei Getreidearten von kurzer Wachstumsdauer wie z. B. der Gerste auswirken. Ein Ausgleich kann allerdings geschaffen werden durch schnellere Bestockung der betreffenden Getreideart. Um auch in dieser Hinsicht die Getreidearten charakterisieren zu können, wurde die Bestockung der im Jahre 1929 beringten Getreidepflanzen verfolgt. Es wurde dabei festgehalten: Der Tag des Auflaufens, das Erscheinen des 2. und 3. Blattes, des 11-, 12- und 13-Sprosses. Von jeder Sorte wurden 5 Pflanzen beobachtet. Daraus läßt sich kein absolut feststehendes Sortenmittel bilden, weshalb darauf verzichtet wurde, die Ergebnisse nach Sorten zusammengefaßt zu bringen. Dagegen dürfen die nachfolgenden Zahlen als charakteristisch für S.-Weizen, Hafer und S.-Gerste betrachtet werden.

Sorte	Zahl der unters. Pflanzen	Erscheinen in Tagen nach dem Auflaufen				
		2. Blatt	3. Blatt	11-Sproß	12-Sproß	13-Sproß
S.-Weizen. . .	35	7	17,4	19,7	22,5	26,0
Hafer . . .	65	12	21,9	25,7	27,1	32,9
S.-Gerste . . .	55	6	12	14,2	16,0	21,5

Am langsamsten wächst der Hafer, der im Jugendstadium daher auch sehr anfällig gegen Schädlinge (Fritfliege) ist. Beachtenswert ist, daß bei Hafer zwischen dem Erscheinen von 11 und 12 kein großer Unterschied besteht, nämlich nur 1,4 Tage. Bei der einzelnen Pflanze erscheint 11 oft am gleichen Tage, manchmal auch erst später als 12. 11 ist dadurch gekennzeichnet als schwacher Sproß mit geringer Wachstumsenergie.

S.-Weizen hat ein bedeutend schnelleres Wachstum als Hafer. Bei ihm ist zwischen dem Erscheinen von 11 und 12 ein größerer Zwischenraum als bei Hafer, nämlich 2,8 Tage. Immerhin ist auch bei ihm die Zeitspanne zwischen dem Erscheinen von 12 und 13 größer als die zwischen dem Hervortreten von 11 und 12, was wiederum als ein Beweis dafür anzusehen ist, daß 11 auch bei S.-Weizen geringere Wertigkeit aufweist als 12.

Am schnellsten bestockt sich mit Abstand die Gerste. Auffallend groß ist allerdings die Zeitspanne zwischen dem Hervortreten von 12 und 13. Das mag ein Hinweis darauf sein, daß 13 in der Wertigkeit gegenüber 12 vielleicht stärker abfällt, als dies bei anderen Getreidearten der Fall ist. Es mag aber auch durch die niedrige Temperatur bedingt sein, die vom 10.—15. Mai, der Zeit des Erscheinens von 12 und 13, herrschte.

Weitere Beobachtungen über das Erscheinen der Sprosse liegen aus dem Jahre 1925 vor. Die Aufschreibungen wurden durch Dr. Huber gemacht, während die Auswertung durch mich erfolgte.

Wir sehen die Ergebnisse des Jahres 1929 bestätigt, wenn auch im einzelnen Unterschiede vorhanden sind. Das langsame Wachstum des Hafers ist in den Zahlen gut festgehalten. Unterschiede innerhalb der Art ergeben sich, wenn man die Sorten zu Gruppen zusammenfaßt. Vergleicht man die fritfliegenfesten ungezüchteten Gelbhafersorten mit den fritfliegenanfälligen ungezüchteten Gelbhafersorten, so zeigen erstere ein etwas schnelleres Wachstum. Ob zwischen dem Zeitpunkt der Reife und der Schnelligkeit der Bestockung eine Beziehung besteht, kann nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Zwar haben bei den ungezüchteten Weißhafersorten die frühreifen Sorten eine etwas schnellere Entwicklung als die spätreifen, doch scheint es bei den Grauhafersorten umgekehrt zu sein. Stellt man bei den ungezüchteten Sorten die frühreifen den spätreifen gegenüber, so erfolgt bei ersteren die Bestockung im allgemeinen etwas schneller, wenn auch die Sprosse 11 und 15 etwas später erscheinen als die entsprechenden bei den spätreifen Sorten.

Sorte	Zahl der unter- sucht. Pflan- zen	In Tagen nach dem Erscheinen des 2. Blattes								
		3. Bl.	Spr. 11	Spr. 12	Spr. 13	Spr. 14	Spr. 15	Spr. 111 ¹⁾	Spr. 121	Spr. 131

Hafer

Fritfl. feste ungezücht.										
Gelbhafer	24	14	—	21,8	26,2	31,7	—	—	—	—
Fritfl. anfäll. ungezücht.										
Gelbhafer	42	14	—	22,5	27,2	31,6	—	—	—	—
Frühreife Weißhafer .	12	14	—	21,8	26,2	31,5	—	—	—	—
Spät reife Weißhafer .	15	14	—	22,4	26,7	31,9	—	—	—	—
Frühreife Schwarz-, Braun- u. Grauhafer	14	14	—	22,0	25,7	32,2	—	—	—	—
Spät reife Schwarz-, Braun- u. Grauhafer	20	14	—	21,4	26,3	31,8	—	—	—	—
Gezüchtete Weißhafer .	27	14	23,7	22,3	27,3	31,1	34,6	31,0	30,9	33,4
Gezüchtete Gelbhafer .	24	14	20,6	21,9	26,1	30,6	34,6	28,4	30,0	33,4
Alle frühreifen unge- züchteten Sorten . .	50	14	22,8	21,9	26,0	31,8	35,6	28,8	30,0	33,4
Alle spätreifen unge- züchteten Sorten . .	77	14	20,6	22,1	26,7	31,8	34,8	30,5	31,2	34,1
Alle ungezücht. Sorten	127	14	21,8	22,1	26,5	31,8	34,9	29,8	30,8	33,6
Alle Zuchtsorten . .	51	14	22,1	22,1	26,7	30,8	34,6	29,7	30,4	33,4

Gerste

Ungezücht. <i>distichum</i> - Gersten	51	9	14,9	16,9	20,9	24,0	—	21,8	24,1	Spr. 112
Ungezüchtete <i>vulgare</i> - Gersten	34	9	16,3	18,8	21,0	25,0	—	22,0	24,8	—
Ungezüchtete <i>hexasti-</i> <i>chum</i> -Gersten	9	9	16,0	17,9	21,9	25,0	—	25,0	25,0	—
Ungezücht. <i>furcatum</i> - Gersten	12	9	16,0	16,3	20,9	25,0	—	—	25,0	—
Gezüchtete <i>erectum</i> - Gersten	6	9	17,7	16,7	20,7	23,0	—	22,5	23,6	—
Gezücht. bayer. <i>nutans</i> - Gersten	21	9	18,1	16,5	20,6	24,6	—	22,3	24,4	25,0
Gezücht. fränk. <i>nutans</i> - Gersten	12	9	17,5	17,6	21,2	24,5	—	22,6	24,0	24,6
Norddeutsche <i>nutans</i> - Gersten	15	9	17,8	16,5	21,2	24,9	—	22,9	25,1	25,5
Hanna-Gersten	9	9	18,0	17,7	22,0	25,2	—	22,2	23,0	25,0
Alle ungezücht. Sorten	106	9	15,8	17,4	21,2	24,7	—	22,9	24,7	—
Alle Zuchtsorten . .	63	9	17,8	17,0	21,1	24,4	—	22,5	24,0	25,0

¹⁾ Spr. 111 = 1. Seitensproß des Koleoptylensprosses (s. Schoute 15, S. 9).

Bei Gerste sind ebenso wie bei Hafer keine großen Unterschiede in den einzelnen Sortengruppen vorhanden. Am schnellsten erscheinen die Sprosse bei den ungezüchteten *distichum*-Gersten. Schnell bestocken sich auch die ungezüchteten *furcatum*- und die Zuchtsorten der *erectum*-Gersten. Doch ist besonders bei letzteren zu bedenken, daß es sich nur um den Durchschnitt von 6 Pflanzen handelt. Ein Vergleich der ungezüchteten und gezüchteten Sorten läßt bei Gerste wie auch bei Hafer keinen deutlichen Unterschied zwischen diesen 2 Gruppen erkennen.

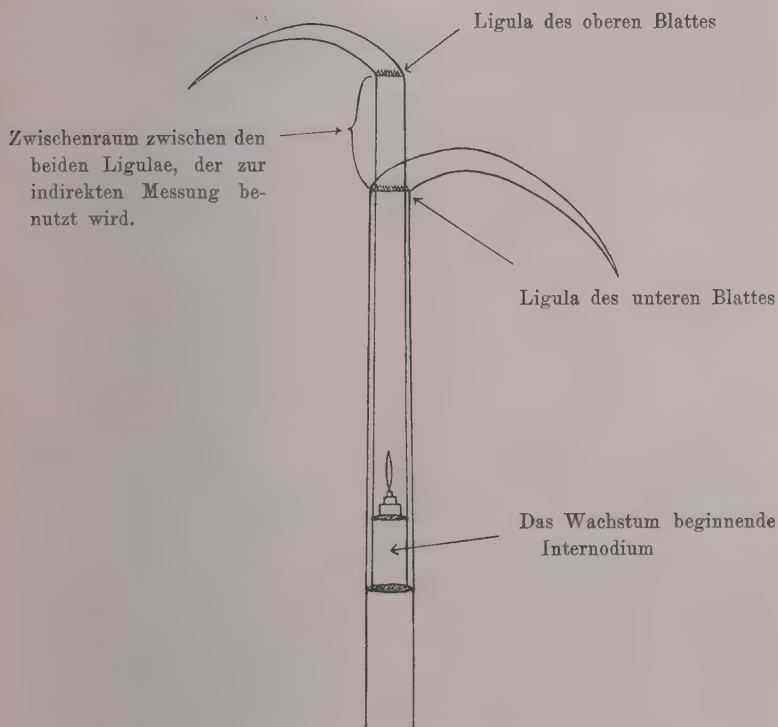
5. Beobachtungen während des Schossens bis zur Vollendung des Wachstums.

a) Indirekte Methode zur Messung des Wachstums.

Die direkte Beobachtung des Wachstums einzelner Glieder eines Getreidehalmes bietet Schwierigkeiten. Denn jedes Glied ist von einer Blattscheide umgeben, welche die direkte Messung des von ihr umhüllten Internodiums nicht zuläßt. Um trotzdem das Wachstum in Zahlen festhalten zu können, mußte eine indirekte Methode gewählt werden, die darin bestand, daß die Entfernung der beiden Ligulae zweier benachbarter Blattscheiden alle 2 Tage gemessen wurde. Die Zunahme des Abstandes kann nur auf zwei Ursachen zurückgeführt werden: 1. auf die Verlängerung des dazwischen liegenden Internodiums und 2. auf einen Längenzuwachs der oberen Blattscheide von beiden. Die untere Blattscheide hat nach den Beobachtungen von Kraus (6, S. 70) ihr Wachstum schon vollendet, wenn die Streckung des eingeschlossenen Internodiums beginnt. Nach eigenen Beobachtungen schließen die Blattscheiden schon einige Tage, nachdem sie aus den nächstunteren Blattscheiden herausgewachsen sind, die Längenzunahme ab, können also dann zur Messung nach meiner indirekten Methode benutzt werden. Eine schematische Zeichnung soll die angewandte Methode klarer machen (siehe nächste Seite).

Bis die an das Internodium nach oben angeschlossene Blattscheide ihre volle Länge erreicht hat, beginnt das Internodium selbst schon allmählich zu wachsen. Nach meinen Beobachtungen hat es eine Länge von 2,0—2,5 cm erreicht, bis man sein Wachstum mittels der eben geschilderten Methode verfolgen kann. Um auch dieses erste Wachstum des Internodiums festhalten zu können,

war es notwendig, an abgeschnittenen Halmen der verschiedenen Getreidearten die jeweilige Länge des Internodiums, das noch nicht indirekt gemessen werden konnte, festzustellen. Zur Erzielung brauchbarer Durchschnittswerte wurden bei Hafer 40 Halme, bei Gerste 45, bei S.-Weizen 36, bei W.-Weizen 26 und bei Roggen 23 Halme der verschiedensten Sorten (Land- und Zuchtsorten) in



verschiedenen Wachstumsstadien auf die Länge der sich im Beginn des Wachstums befindlichen Internodien untersucht. Die Halme wurden abgeschnitten, wenn die Ligula der Blattscheide, mit deren Hilfe das Wachstum des angeschlossenen Internodiums untersucht werden sollte, von der Ligula der nächstunteren Blattscheide eine Entfernung von ungefähr 2 cm hatte. Bei jedem Halm wurde auch die Ähre bzw. Rispe gemessen.

Sorte	Internodium von oben					Ähre bzw. Rispe	Zahl der unter- suchten Halme
	5	4	3	2	1		
	mm	mm	mm	mm	mm		
Gerste	12,5	1,6	0,4	0	0	4,2	7
Hafer	7,5	1,4	0,5	0	0	2,1	8
W.-Weizen	9	2	0	0	0	3	1
Roggen	10,7	4,3	1,5	1,0	0,8	14,5	3
S.-Weizen	—	12,8	2,7	0,5	0	7,2	3
Gerste	—	13,5	2,6	0,9	0,1	10,1	7
Hafer	—	8,4	1,8	0,7	0	7,6	8
W.-Weizen	—	13,7	3,2	0,7	0	7,5	4
Roggen	—	12,3	3,3	1,8	2,7	40,0	3
S.-Weizen	—	—	13,4	2,4	0,5	10,2	12
Gerste	—	—	12,0	3,5	1,4	31,8	15
Hafer	—	—	9,1	2,3	0,9	42,3	11
W.-Weizen	—	—	20,7	4,2	0,7	17,7	3
Roggen	—	—	13,5	5,0	19,0	104,0	2
S.-Weizen	—	—	—	12,1	3	36,1	18
Gerste	—	—	—	8,7	3,8	60,5	16
Hafer	—	—	—	7,0	2,7	119,8	13
W.-Weizen	—	—	—	12,5	2,5	33,7	4
Roggen	—	—	—	11,0	54,7	96,7	3

Bei Betrachtung der Zahlen fällt besonders das abweichende Wachstum des Roggens auf. Bei ihm kommt nämlich das 1. Glied von oben eher zu stärkerer Entwicklung als das zweitoberste. Auf diese Eigentümlichkeit weist schon Nowacki hin (10, S. 56). Bei Roggen beginnen überhaupt die oberen Glieder etwas früher zu wachsen als bei den übrigen Getreidearten. Die Ähre entwickelt sich bedeutend früher. In der Schnelligkeit des Wachstums der Halmglieder und auch der Ähre folgt nach Roggen die Gerste. Dann erst kommt der Weizen, wobei sich zwischen Sommer- und Winterweizen keine wesentlichen Unterschiede ergeben. Hafer ist mit den übrigen Getreidearten schwer zu vergleichen, da das jeweils als unterstes untersuchte Internodium nicht so lang ist wie bei den anderen Getreidearten. Dennoch deuten die Ergebnisse an, daß bei Hafer die Entwicklung am langsamsten ist.

b) Der Einfluß der Witterung auf das Wachstum.

Es ist nicht genau festzustellen, wann eine Blattscheide das Wachstum vollendet hat, wann sie also zur indirekten Messung der Halmstreckung herangezogen werden kann. Deshalb wurde

der Abstand zweier Blattscheiden sofort gemessen, sobald die höher gelegene mit der Ligula aus der unteren herausgetreten war. Die Vergrößerung des Unterschiedes in der Entfernung der beiden Ligulae bis zur nächsten Messung verteilt sich auf die Zunahme des zwischen beiden Scheiden liegenden Internodiums und auf den Zuwachs der oberen Blattscheide selbst. Um auch in dem Stadium, in dem die Ligula der nächstoberen Blattscheide erst erschienen war, die Länge des ins Wachstum kommenden Internodiums feststellen zu können, wurden die im letzten Abschnitt beschriebenen Untersuchungen an abgeschnittenen Halmen durchgeführt. Durch die Verwendung dieser Zahlen und die indirekte Messungsmethode mittels der Ligulae war es möglich, das Halmwachstum in ziemlich genauen Zahlen darzustellen, sobald der Halm eine gewisse Höhe erreicht hatte. Auf die Schilderung des Wachstums im ersten Stadium der Halmstreckung wurde verzichtet, da in dieser Zeit nur aus dem Material der abgeschnittenen Halme auf das Wachstum geschlossen werden kann, was keine ganz genaue Darstellung ergibt.

Das Wachstum der Halme selbst ohne Berücksichtigung der morphologischen Stellung steht in dieser Arbeit über das Wertverhältnis der Halme nicht zur Erörterung. Es interessiert vielmehr die Verschiedenheit im Halmwachstum ein und derselben Pflanze. Trotzdem soll das Wachstum einzelner Haupthalme von Pflanzen der vier Getreidearten hier dargestellt werden, weil daran der Einfluß der Witterung auf den Halmaufbau gut studiert werden kann. Beiden späteren Untersuchungen über die Länge der Internodien der nacheinander angelegten Halme einer Pflanze werden wir sehen, daß an der Einzelpflanze kein regelmäßiger Unterschied besteht. Man muß immer in Betracht ziehen, wie gerade in den wenigen Tagen, während welcher ein Internodium sich streckte, die Witterung war. Schließt ein Seitenhalm z. B. das Wachstum später ab als der Haupthalm, so sind die Internodien dieses Seitenhalmes an Tagen gewachsen, die eine andere Witterung hatten als jene, an welchen die Glieder des Haupthalmes sich entwickelt haben. Ein Internodium des Seitenhalmes kann nun im Vergleich mit dem entsprechenden des Haupthalmes einen für das Wachstum günstigen Zeitraum zur Verfügung gehabt haben, ein anderes dagegen einen ungünstigen, wodurch es zurückgeblieben ist. Aus dem gleichen Grunde können auch zwischen einzelnen Sorten Unterschiede bestehen, die nicht so sehr durch die Sorte, als vielmehr durch die

Witterung, die während der Zeit des Schossens herrschte, bedingt sind.

Der Einfluß der Außenwelt auf die Entwicklung der Pflanze spielt eine überragende Rolle. Die von außen auf das Wachstum der Halme wirkenden Faktoren werden von König (3) einer Betrachtung unterzogen, worauf hier verwiesen sei. Otto Schmidt (14) ist der Ansicht, daß auf die Länge der einzelnen Internodien und damit auf die Halmlänge selbst die Wasserzufuhr zur Zeit des Schossens von Bedeutung ist. Nach Kraus (4) ist das Schossen abhängig von Düngung, Bodenfeuchtigkeit und Bestockung und erfolgt nach Fertiganlegung der Ähre, sobald die Außentemperatur $8-9^{\circ}\text{C}$ erreicht hat. Kühle Witterung beeinträchtigt das Schossen. Von Rümker glaubt auf Grund von Beobachtungen auf dem Versuchsfeld (13), daß das Schossen reichlich Niederschläge und trübes Wetter erfordere.

Nach meinen eigenen Beobachtungen begünstigt besonders hohe Temperatur bei Vorhandensein von genügend Feuchtigkeit die Streckung der Internodien. Die Temperaturen und Niederschläge während der Wachstumszeit der von mir gemessenen Getreidehalme sind in einer eigenen Tabelle im Anhang niedergelegt.

Die im folgenden geschilderten Messungen an den Halmen erfolgten immer vormittags in Abständen von zwei Tagen. Für das Wachstum seit der vor zwei Tagen stattgefundenen Messung sind deshalb die Temperaturen und Niederschläge des vorübergehenden und vorletzten, nicht des gleichen und vorhergehenden Tages maßgebend. Um die Arbeit nicht zu umfangreich zu gestalten, mußten leider die graphischen Darstellungen des Wachstums wegbleiben.

Wachstum eines Halmes des Salzmünder Sturmroggens.

Vom 14.—16. Mai wächst der Halm stärker als vom 16.—18., was auf folgende Ursachen zurückzuführen ist: Die Temperaturen am 14. und 15. mit $16,3^{\circ}$ und $11,4^{\circ}\text{C}$ waren höher als am 16. und 17. mit $10,7^{\circ}$ und $11,3^{\circ}\text{C}$. Außerdem waren am 13. Mai genügend Niederschläge gefallen, so daß die hohe Temperatur am 14. zur vollen Wirkung kommen konnte. Durch starke Niederschläge vom 15. mit 19. Mai wurde die Temperatur herabgedrückt, was sich in einem langsameren Wachstum vom 16. mit 20. Mai zu erkennen gibt. Da genügend Feuchtigkeit vorhanden ist und ab 21. Mai die Temperaturen steigen, sind günstige Bedingungen

für das Wachstum gegeben, was sich in stärkerer Streckung vom 22.—28. Mai äußert. Von diesem Zeitpunkt an ist das Wachstum wieder langsam, was weniger durch die absteigende Temperatur bedingt als hauptsächlich darauf zurückzuführen ist, daß zu dieser Zeit (die Ähre ist bereits am 26. hervorgetreten) der Halm den Höhepunkt des Wachstums überschritten hat.

Der Einfluß der Witterung auf die Länge der zwei oberen Glieder tritt klar zutage bei je einem Halm von Salzmünder Sturm- und Fichtelgebirgsroggen. Den großen Unterschied im Aufbau der beiden oberen Internodien zeigt folgende Gegenüberstellung:

	Von oben:	2. Glied	1. Glied	Verhältnis
Salzmünder Sturmroggen . . .	424 mm	499 mm	1 : 1,18	
Fichtelgebirgsroggen	462 "	629 "	1 : 1,36	

Der Unterschied im Aufbau ist wohl teils auf Sorteneigentümlichkeit zurückzuführen, zu einem erheblichen Teil ist er aber sicherlich durch die Witterung beeinflusst, die während des Hauptwachstums dieser Internodien geherrscht hat. Das oberste Glied des Fichtelgebirgsroggens hatte während seines Hauptwachstums vom 20.—30. Mai günstige Temperaturen und konnte deshalb auch die respektable Länge von 629 mm erreichen. Anders verhält es sich beim obersten Glied des Salzmünder Sturmroggens. Hier sind die Tage mit dem Wachstum günstigen Temperaturen mehr zu Anfang der Wachstumsperiode des obersten Internodiums. Vom 28. Mai bis 5. Juni dagegen, wo das Hauptwachstum erfolgen sollte, sind die Temperaturen ungünstig, so daß das Internodium nur eine Länge von 499 mm erreicht. Das zweitoberste Glied des Fichtelgebirgsroggens trifft wohl ab 22.—28. Mai günstige Wachstumsbedingungen, befindet sich aber in dieser Zeit schon mehr am Abschluß des Wachstums, so daß es im Vergleich zum obersten Glied verhältnismäßig kurz bleibt. Die Wachstumsbedingungen für das zweitoberste Glied des Salzmünder Sturmroggens sind günstig bis zum 30. Mai. Von da ab werden sie schlechter, was sich auch in einem verlangsamten Wachstum kundgibt. Da das zweitoberste Glied beim Salzmünder Sturmroggen teils günstige, teils ungünstige Bedingungen während des Hauptwachstums hat, erreicht es eine mittlere Länge.

Wachstum eines Halmes des Strubes Dickkopfweizens.

Der Halm wächst mit stetig zunehmender Schnelligkeit bis zum 5. Juni. Vom 5.—7. Juni tritt eine kleine Stockung ein, was auf das Konto der niederen Temperaturen vom 5. und 6. Juni zu setzen ist. Ab 9. ist das Wachstum regelmäßig bis zum 21. Daß das Wachstum vom 17. an nicht abnimmt, wie zu erwarten wäre, da der Halm dem Ende seiner Streckung sich zuneigt, ist durch die verhältnismäßig hohen Temperaturen vom 16.—20. bedingt. Sobald die Temperatur vom 21.—23. herabgeht, läßt das Wachstum sehr schnell nach, um schon am 23. zum Stillstand zu kommen.

Wachstum eines Halmes der Isaria-Gerste.

Bis 16. Juni ist das Wachstum ziemlich gleichmäßig. Von da da ab steigt die Wachstumskurve mit einem Ruck an, um ab 24. Juni ebenso schroff wieder abzubrechen. Ein Blick auf die Temperaturtabelle klärt auch hier die Ursachen auf.

Als letztes Beispiel für den Einfluß der Witterung auf die Halmstreckung soll ein Halm von Beseler II Hafer besprochen werden. Hier ist der Einfluß besonders gut zu verfolgen, da Hafer eine lange Wachstumszeit hat. Das Schossen, das am Anfang einen sehr regelmäßigen Verlauf nimmt, zeigt die erste Stockung vom 24.—26. Juni, wofür das Absinken der Temperatur am 24. und 25. die Ursache ist. Gemäß der geringen Zunahme der Temperatur vom 26.—30. nimmt auch das Wachstum zu. Vom 30. Juni bis 4. Juli erreicht die Wachstumskurve ihre stärkste Steigung, was einerseits auf die hohe Temperatur zurückzuführen ist, andererseits auch darin seine Erklärung finden mag, daß der Hafer in dieser Zeit sich von Natur aus im Stadium der stärksten Streckung befindet. Vom 6.—10. Juli tritt eine deutliche Hemmung des Wachstums ein, wofür die Ursache in der herrschenden Witterung zu suchen ist. Einen letzten Anlauf zu verstärktem Wachstum macht der Halm vom 10.—14. Juli, was durch die hohen Temperaturen in diesen Tagen zu erklären ist.

Zusammenfassend kann über den Einfluß der Temperatur bei entsprechender Feuchtigkeit auf das Wachstum gesagt werden: Wie schon frühere Untersuchungen ergaben, kann auch ich wieder bestätigen, daß der Einfluß der Temperatur auf den schossenden Halm sehr groß ist. Eine Änderung der Temperatur um nur wenige

Grade zeigt sich sofort in einer Verlangsamung oder Beschleunigung des Wachstums. Die Temperatur ist von Einfluß auf die Gesamtlänge, die ein Halm erreicht. Daß aber auch die Internodien in ihrem Aufbau stark von der Witterung abhängig sind, dafür wurde bei Roggen ein Beweis erbracht. Wenn der Einfluß der Witterung auf den Aufbau des Halmes und seiner einzelnen Glieder so groß ist, so können dadurch die Unterschiede, die im Aufbau morphologisch verschiedener Halme einer Pflanze zweifellos bestehen, verwischt werden. Wie wir im nächsten Kapitel sehen werden, schließen die Halme einer Pflanze ihr Wachstum nicht immer am gleichen Tage ab. Es sind daher die einzelnen Internodien auch nicht an Tagen mit gleichen Temperaturen gewachsen, sie können daher nicht gesetzmäßig verschiedenwertig sein. Ein Unterschied wird sich erst bei einer größeren Anzahl von Pflanzen ergeben.

c) Schossen, Ährenschieben und Aufblühen.

Zur Beobachtung stand im Jahre 1929 je eine Pflanze der in der Zusammenstellung im Anhang aufgeführten Sorten.

1. Roggen.

Roggen 1929 (4 Pflanzen).

Halm	Erscheinen der Ähre	Aufblühen	Erscheinen der Blattscheiden				Beendigung des Wachstums der Internodien				Hervortreten der Knoten		
			4	3	2	1	4	3	2	1	3	2	1
			von der Ähre aus				von der Ähre aus				von der Ähre aus		
2	-0,7	0,5	0	0	-0,2	-1,0	-2,2	0,3	-0,8	-0,3	-1,0	-1,0	-0,7
3	0,3	1,3	-0,2	-0,5	-0,7	-0,7	-1,2	-0,5	-0,3	0,7	-0,3	-0,8	-0,5
4	0,5	2,8	1,0	1,2	0,5	0,3	0	0,8	1,0	1,0	1,0	0,7	0

Es handelt sich um die Durchschnittswerte von nur 4 Pflanzen. Sie können deshalb nicht als unbedingt zuverlässig angesehen werden, sondern sollen nur einen ungefähren Anhaltspunkt geben. Die Zahlen in dieser wie in den folgenden Tabellen geben das Zurückstehen des 2., 3. und 4. Halmes hinter dem ersten in Tagen an. Das Minus-Zeichen bedeutet, daß der betreffende Halm einen Vorrang vor dem ersten hat.

Die Untersuchungen wurden gemacht, ohne die Halme nach ihrer Gliederzahl in verschiedene Gruppen zu teilen. Bei weniggliedrigen Halmen steht den einzelnen Internodien eine längere

Wachstumszeit zur Verfügung als bei den mehrgliedrigen. Wenn man zwei Halme miteinander vergleicht, die am gleichen Tage ihr Wachstum beendet haben, von denen aber der eine 5 und der andere 6 Glieder besitzt, so ist der oberste Knoten bei dem 5 gliedrigen Halm eher erschienen als bei dem 6 gliedrigen. Wie später noch bewiesen wird, haben der 2., 3. und 4. Halm etwas weniger Internodien als der erste. Darum muß — gleich lange Wachstumsdauer der einzelnen Halme vorausgesetzt — bei den später angelegten Halmen der der Ähre am nächsten liegende Knoten eher erscheinen als beim Haupthalm. Trotz der eben dargelegten Schwierigkeit konnte ich mich nicht entschließen, die Halme nach der Gliederzahl zusammenzufassen, weil dadurch das zur Verfügung stehende Material in lauter kleine Gruppen mit Durchschnittswerten von nur wenigen Halmen verzettelt worden wäre. Es sollte sich bei meinen Untersuchungen nicht darum handeln, absolut feststehende Zahlen zu erhalten, vielmehr sollten nur Vergleichswerte für die einzelnen Getreidearten gefunden werden. Da die eben besprochenen Verhältnisse in der Gliederzahl der verschiedenen Halme für alle Getreidearten zutreffen, darf meine Methode wohl als einwandfrei bezeichnet werden.

Die Tabelle S. 167 zeigt, daß der 1. Halm unter allen geschilderten Erscheinungen nur im Aufblühen den anderen etwas voraus ist. Die Ähre erscheint sogar beim 2. Halm eher als beim 1. Im Aufblühen steht der 4. Halm bedeutend (2,8 Tage) hinter dem Haupthalm zurück.

Hier mag die Frage angeschnitten werden, wie diese Beobachtungen zu werten sind. Spätes Erscheinen der Ähre deutet auf langsames Wachstum der später angelegten Halme hin. Es ist diesen späteren Halmen im Laufe der Vegetation nicht gelungen, den von Natur aus vorhandenen Vorsprung des 1. Halmes einzuholen. Andererseits könnte das Zurückbleiben auch auf kürzere Vegetationszeit der betreffenden Getreideart hinweisen. Denn je weniger Zeit zur Verfügung steht, um so weniger ist auch die Möglichkeit gegeben, einen vorhandenen Wachstumsvorsprung des Haupthalmes einzuholen. Wenn die Ähre eines Halmes später zur Blüte kommt, so ist die Zeit für die Bildung und Reifung des Kornes kürzer als für eine Ähre der gleichen Pflanze, die eher blüht. Daher werden später angelegte Halme ein geringeres Ährengewicht haben.

Betrachtet man in der Tabelle S. 167 das Erscheinen der Blattscheiden, die Beendigung des Wachstums der Internodien und

das Hervortreten der Knoten, so steht hierin der 3. Halm mit nur einer Ausnahme dem ersten voran. Der 2. Halm übertrifft den Haupthalm mit 4 Ausnahmen. Der 4. Halm steht kein einziges Mal vor ihm. Es liegt also ein gewisses Wertigkeitsmaximum beim 3. Halm, der, da Roggen sehr wenig 11-Sprosse entwickelt, sehr wahrscheinlich fast immer der 13-Halm nach der Schouteschen Bezeichnung ist. Dies stimmt mit den Ergebnissen Schoutes überein, daß bei Roggen das Wertigkeitsmaximum wahrscheinlich bei Halm 13 liegt.

Über das Hervortreten der Knoten und der Ähre bei Roggen liegen noch Beobachtungen aus dem Jahre 1925 vor, die von Dr. Huber durchgeführt und von mir ausgewertet wurden.

Halm	Zahl der untersuchten Halme	Erscheinen der Ähre	Hervortreten der Knoten			
			4	3	2	1
			von der Ähre aus			
2	19	—0,1	0,1	0,6	0,3	0,2
3	17	0,7	1,7	1,6	1,8	1,3
4	19	0,6	1,8	2,0	1,6	1,5

Es ergibt sich hier ähnlich wie bei den Beobachtungen vom Jahre 1929, daß die Ähre des 2. Halmes nicht später erscheint als die des ersten. Wir haben also neuerdings einen Beweis, daß es nicht richtig ist, die Halme in der Reihenfolge des Erscheinens der Ähren als 1., 2. usw. zu bezeichnen. Im Hervortreten der Knoten steht fast immer der 3. Halm hinter dem 2. und der 4. hinter dem 3. zurück. Ein Wertigkeitsmaximum für den 3. Halm, wie bei den Untersuchungen vom Jahre 1929, tritt also hier nicht in Erscheinung.

2. W.-Weizen.

W.-Weizen 1929 (14 Pflanzen).

Halm	Erscheinen der Ähre	Aufblühen	Erscheinen der Blattscheiden				Beendigung des Wachstums der Internodien					Hervortreten des obersten Knotens
			4	3	2	1	5	4	3	2	1	
			von der Ähre aus				von der Ähre aus					
2	0,9	1,1	0,3	0,5	0,3	0,4	0,3	0,3	0,5	0,3	0,7	0,6
3	1,0	1,0	1,3	1,7	1,1	0,8	1,2	0,6	0,7	0,5	0,7	1,1
4	2,3	2,3	1,8	2,7	1,8	2,2	1,3	0,7	1,5	1,2	2,0	1,5

Vergleicht man die Ergebnisse mit den Beobachtungen bei Roggen, so ergibt sich für Weizen in jedem Punkt und für jeden Halm ein stärkerer Abfall. Im Erscheinen der Ähre und im Aufblühen ist zwischen dem 2. und 3. Halm kein wesentlicher Unterschied; dagegen steht der 4. Halm deutlich zurück. Im Erscheinen der Blattscheiden, in der Beendigung des Wachstums der Internodien und im Hervortreten des obersten Knotens nimmt der 3. Halm gegenüber dem 2. und der 4. gegenüber dem 3. regelmäßig ab. Da der Weizen ziemlich viele 11-Sprosse hervorbringt, handelt es sich bei dem 2. Halm wahrscheinlich je zur Hälfte um 11- und 12-Sprosse, ebenso beim 4. Halm um 13- und 14-Sprosse. Ein Wertigkeitsmaximum für einen Halm von bestimmter morphologischer Stellung kann deshalb aus den gewonnenen Zahlen nicht abgeleitet werden.

Es folgen nun Beobachtungen an W.-Weizen aus dem Jahre 1925, die, wie sämtliches Material aus diesem Jahre, durch Dr. Huber gesammelt worden sind.

Halm	Ungezüchtete Sorten		Zuchtsorten	
	Zahl der beobachteten Halme	Erscheinen der Ähre	Zahl der beobachteten Halme	Erscheinen der Ähre
2	20	1,1	30	0,3
3	15	1,4	30	0,5
4	17	1,3	26	1,3

2., 3. und 4. Halm stehen gegenüber dem Haupthalm im Durchschnitt zurück und zwar bei den gezüchteten Sorten nicht so stark wie bei den ungezüchteten. Mit Ausnahme des 3. Halmes bei den ungezüchteten Sorten ist ein regelmäßiger Abfall vom 1. bis zum 4. Halm festzustellen.

3. S.-Weizen 1929 (6 Pflanzen).

Halm	Erscheinen der Ähre	Aufblühen	Erscheinen der Blattscheiden			Beendigung des Wachstums der Internodien					Hervortreten der Knoten	
			3	2	1	5	4	3	2	1	2	1
			von der Ähre aus			von der Ähre aus					v. d. Ähre aus	
11	4,7	4,7	2,7	3,7	3,3	1,7	1,7	3,7	2,3	1,7	1,7	2,7
12	4,2	3,2	1,9	3,1	3,1	2,1	1,3	2,9	2,5	1,3	3,5	2,9
13	4,7	4,5	4,4	4,4	4,3	3,7	3,9	4,2	3,6	3,2	3,4	4,9

Wie bei Sommergetreide zu erwarten, stehen die später angelegten Halme viel stärker hinter dem Haupthalm zurück als

beim Wintergetreide. Im Erscheinen der Ähre und der Blüte ist 12 den Halmen 11 und 13 voran, während 11 und 13 ungefähr gleich sind. Bezüglich der anderen Merkmale fallen die Seitenhalme nicht so stark ab. Halm 13 steht in diesen Punkten deutlich hinter 11 und 12 zurück; 11 und 12 sind im Durchschnitt ziemlich gleich. Die Zahlen sind nicht als absolut feststehend zu werten, da sie Durchschnittsergebnisse von nur 6 Pflanzen darstellen.

4. S.-Gerste 1929 (11 Pflanzen).

Halm	Erscheinen der Ähre	Aufblühen	Erscheinen der Blattscheiden				Beendigung des Wachstums der Internodien					Hervortreten des obersten Knotens
			4	3	2	1	5	4	3	2	1	
			von der Ähre aus				von der Ähre aus					
11	3,0	3,0	2,3	2,5	2,8	2,5	2,2	2,0	2,3	2,8	2,2	2,2
12	1,5	0,9	0,5	0,6	1,5	1,3	0,6	0,5	0,8	1,7	1,5	1,0
13	3,7	3,8	3,0	3,3	3,4	3,1	3,1	2,5	2,2	4,3	2,3	3,6

Auch bei S.-Gerste stehen die morphologisch später angelegten Halme hinter dem Halm 1 zurück, aber bei weitem nicht so stark wie bei S.-Weizen, was durch die schnellere Bestockung der Gerste zu erklären ist. Besonders Halm 12 gibt dem Halm 1 gar nicht viel nach. Halm 13 bleibt weiter zurück als 11, beide nähern sich aber in ihren Werten.

5. Hafer 1929 (7 Pflanzen).

Halm	Erscheinen der Rispe	Aufblühen	Erscheinen der Blattscheiden				Beendigung des Wachstums der Internodien						Hervortreten der Knoten	
			4	3	2	1	6	5	4	3	2	1	2	1
			von der Ähre aus				von der Ähre aus						v. d. Ähre aus	
12	3,0	1,2	3,0	3,7	4,2	3,2	2,3	6,0	5,2	6,5	3,5	1,5	7,0	5,0
13	4,8	4,0	4,7	5,2	4,8	4,4	4,5	5,4	5,2	6,4	4,4	4,2	6,5	5,4

Bei Hafer konnte der 11-Sproß nicht beobachtet werden, da er, obwohl er bei einigen Pflanzen erschienen war, nicht zur Entwicklung gekommen ist. Der Sproß 12 fällt bei Hafer in den beobachteten Merkmalen stärker ab als der gleiche Sproß bei Gerste und, wenn man von dem Erscheinen der Ähre und der Blüte abieht, auch stärker als bei S.-Weizen. 13 steht hinter 12 wie bei den anderen Getreidearten zurück.

Zusammenfassend zeigen das Erscheinen der Ähre, das Aufblühen, das Erscheinen der Blattscheiden, die Beendigung des

Wachstums der Internodien und das Hervortreten der Knoten folgendes Bild:

Jede Getreidepflanze macht das Stadium der Bestockung durch, die darin besteht, daß aus einem Getreidekorn mehrere Sprosse entspringen, die sich zu Halmen ausbilden können. Während die späteren Sprosse gebildet werden, machen die zuerst angelegten eine gewisse Wachstumsstockung durch: sie geben also den später gebildeten Sprossen Zeit, den Vorsprung bis zu einem gewissen Grade einzuholen. Dieses „Warten“ der zuerst angelegten Sprosse auf die späteren ist besonders beim Wintergetreide, begünstigt durch die niedrige Temperatur, ausgeprägt. Es sind deshalb die Stadien des Schossens, wie die Versuche ergeben haben, bei den einzelnen Halmen nicht stark verschieden. Beim Sommergetreide ist die Bestockungsperiode viel kürzer. Sobald die zum Schossen nötige Temperatur erreicht ist, gehen die zuerst angelegten Sprosse in die Höhe ohne Rücksicht auf die späteren, die deshalb auch gegenüber den Haupthalmen einen beträchtlichen Abstand aufweisen. Je geringer die zur Produktion zur Verfügung stehende Zeit ist, desto weniger wird auch produziert werden, allerdings nur unter der Voraussetzung, daß die Produktionsanlagen gleich sind. Besteht aber in der Anlage eine merkliche Minderwertigkeit, wie z. B. beim 11-Sproß, so wird auch ein Wachstumsvorsprung nicht zu höherer Leistung führen. Es ist also nicht gesagt, daß, wenn bei unseren Ergebnissen der Halm 11 im Wachstum dem Halm 13 voraus ist, er damit auch an der reifen Pflanze einen höheren Wert haben muß.

V. Untersuchungen an reifen Pflanzen.

Die Untersuchungen erstrecken sich auf Pflanzen der vier Getreidearten aus den Ernten 1925 und 1929; aus dem Jahre 1926 liegen nur Beobachtungen an W.-Gerste vor. Die Beringung und Untersuchung der Pflanzen des Jahres 1929 erfolgte durch mich selbst. In den Jahren 1925 und 1926 wurden die Pflanzen durch Dr. Huber beringt und auch die Feststellungen an den reifen Pflanzen teilweise durch ihn durchgeführt.

Die Namen der im Jahre 1929 beringten Sorten sind aus dem Verzeichnis im Anhang zu entnehmen. Die Sorten der Jahre 1925 und 1926 wurden, um Platz zu sparen, nicht in einer eigenen Tabelle zusammengestellt. Sie werden dafür jeweils kurz beschrieben werden.

Im Jahre 1925 wurden nur je 3 Pflanzen einer Sorte beringt; im Jahre 1929 je 5. Weder aus 3 noch aus 5 Pflanzen läßt sich ein gültiges Sortenmittel errechnen, weshalb ich immer mehrere Sorten zu einer Gruppe zusammenfaßte. Der Hauptwert wurde auf die Herausstellung der Unterschiede, die zwischen den Arten bestehen, gelegt. Um die Ergebnisse leichter und schneller vergleichen zu können, wurde berechnet, um wieviel Prozent die später angelegten Halme hinter dem Haupthalm zurückstehen; nur bei der Internodienzahl ist die absolute Zahl angegeben. In der Rubrik des Haupthalms steht immer die absolute Durchschnittszahl in mm, dg usw.

1. Wintergerste.

Halm	Zahl der untersuch. Halme	Anormal	Ährenlänge mm	Ährengewicht dg	Halmgewicht dg	Rel. Halmgewicht	Ähre : Halm = 1 : ?	Halm- länge mm	Zahl der Internodien	1000-Korn- gewicht g	Körnerzahl je Ähre
------	---------------------------	---------	------------------	--------------------	-------------------	------------------	---------------------	----------------------	----------------------	----------------------------	--------------------

Eckendorfer W.-Gerste 1929 (5 Pflanzen, 4,2 Halme, 0,8 Nachschüsse je Pflanze).

1	5	5	70,7	27,3	17,0	1,50	0,62	1130	6,0	—	—
2	5	5	24	43	35	29	—14	9	5,8	—	—
3	4	4	19	33	22	18	—18	5	6,0	—	—
4	2	2	8	25	24	17	— 2	8	5,0	—	—

W.-Gerste 1926 (26 Pflanzen, 5,0 Halme, 0,3 Nachschüsse je Pflanze).

1	22	4	—	20,6	20,7	1,63	1,00	1268	6,5	—	—
2	24	4	—	9	10	9	1	1	6,4	—	—
3	22	2	—	—12	6	5	16	1	6,2	—	—
4	15	3	—	8	12	10	3	2	6,3	—	—

W.-Gerste 1925 (12 Pflanzen, 6,8 Halme, 0 Nachschüsse je Pflanze).

1	12	7	—	27,2	23,3	1,99	0,86	1170	6,5	40,1	56,2
2	10	5	—	5	5	4	10	2	6,6	— 8	2
3	9	5	—	— 4	12	9	16	4	6,2	— 3	— 1
4	7	4	—	—19	— 3	—3	14	0	6,3	—16	—4

Die Zahlen der 3 Jahre können nicht unmittelbar miteinander verglichen werden, da es sich in jedem Jahre um andere Sorten handelt. Aus dem Jahre 1929 liegen nur Untersuchungen von 5 Pflanzen der Eckendorfer W.-Gerste vor. Das Durchschnittsergebnis ist nicht hinreichend, um daraus Gesetzmäßigkeiten ableiten zu können. Auch die Zahlen aus dem Jahre 1925 sind etwas kritisch zu betrachten, da es sich nur um 12 untersuchte Pflanzen von nur 4 Sorten, zudem ausschließlich ungezüchteten

4- und 6-zeiligen, handelt. Im Jahre 1926 standen nur Zuchtsorten von folgenden W.-Gersten zur Verfügung: Eckendorfer, Brunhilde, Engelens frühe, Friedrichswerther, Viktoria, Eglfinger, Engelens mittelfrühe, Strengs und Stadlers 2-zeilige.

Nach den Ergebnissen in den 3 Jahren ist die Annahme berechtigt, daß die Zahl der Internodien vom 1. bis zum 4. Halm abnimmt, wenn auch nur schwach. In allen 3 Jahren sind abnorme Halme, d. h. Halme, bei denen ein höher gelegenes Internodium nicht länger oder sogar kürzer war als das vorausgehende (5, S. 40), aufgetreten. 1929 waren nur abnorme Halme vorhanden. Es handelt sich dabei um die Eckendorfer W.-Gerste, die auch nach den Feststellungen von König (3, S. 549) sehr viel anormale Halme entwickelt. König hat gefunden, daß bei den mehrgliedrigen Halmen größere Neigung zur Bildung abnormer Glieder besteht. Die zuerst angelegten Halme haben bei meinen Untersuchungen eine etwas höhere Internodienzahl; sie haben aber im Verhältnis nicht eine höhere Anzahl anormalen Halme. Demnach muß angenommen werden, daß bei gleicher Gliederzahl die später angelegten Halme mehr zur Abnormität neigen. In der Halmlänge ergibt sich bei den Sorten der Jahre 1925 und 1926, daß die später angelegten Halme nicht wesentlich hinter dem 1. Halm zurückstehen; im Jahre 1929 ist der Abstand etwas größer. Auf jeden Fall steht mit Sicherheit fest, daß die später angelegten Halme im Durchschnitt nicht länger sind als der Haupthalm. Das schließt jedoch nicht aus, daß bei der Einzelpflanze der Haupthalm öfters kürzer ist als die anderen. Bei den wechselnden Witterungseinflüssen kann auch gar nicht erwartet werden, daß der 1. Halm gesetzmäßig bei jeder Pflanze der längste ist. Es kann überhaupt nicht genug davor gewarnt werden, Untersuchungen bei nur einer Pflanze irgendwelchen Wert beizulegen.

Bezüglich der weiteren untersuchten Merkmale weichen die Ergebnisse der Jahre 1925 und 1926 stark von denen des Jahres 1929 ab. Da es sich bei den erstgenannten Jahrgängen um die Durchschnittszahlen von mehr Pflanzen und auch mehr Sorten handelt als im Jahre 1929, können wohl die ersteren Ergebnisse am ehesten als charakteristisch für W.-Gerste angesehen werden. Diese beiden Jahrgänge ergeben, daß in den wertbestimmenden Eigenschaften, wie Ähren- und Halmgewicht, relativem Halmgewicht, 1000-Korngewicht und Körnerzahl je Ähre die Seitenhalme nicht wesentlich hinter dem Haupthalm zurückstehen; sie können

ihn sogar übertreffen, was besonders im Jahre 1925 der Fall ist. Ein großer Unterschied besteht dabei zwischen dem 2., 3. und 4. Halm nicht. Das Ähren-Halmverhältnis ist in beiden Jahren bei den später angelegten Halmen besser als beim Haupthalm. Die später angelegten Halme der Ernte 1929 stehen durchwegs beträchtlich zurück. Doch aus den früher schon erwähnten Gründen darf man dieses Ergebnis nicht verallgemeinern.

Wenn wir die gewonnenen Ergebnisse überblicken und dabei besonders die Jahre 1925 und 1926 berücksichtigen, so steht fest, daß sich bei starker Bestockung der W.-Gerste durch das Zurückbleiben der später angelegten Halme kein nennenswerter Ertragsausfall ergibt. Von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet ist eine starke Bestockung bei W.-Gerste nicht von Nachteil. Daß bei W.-Gerste kein wesentlicher Ertragsabfall der später angelegten Halme festzustellen ist, kann wohl auf den Wachstumsverlauf zurückgeführt werden. W.-Gerste bestockt sich noch vor Winter. Auch im Frühjahr geben die Haupthalme durch langsames Wachstum den später angelegten Sprossen Gelegenheit, den Wachstumsvorsprung einzuholen.

Internodienlänge und morphologische Stellung.

W.-Gerste 1929.

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 6-gliedrigen Halme							Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 5-gliedrigen Halme					
1	5	6,7	15,1	17,7	15,8	15,0	29,7	—	—	—	—	—	—	—	—
2	4	7,9	17,4	18,1	16,3	14,4	25,9	1	13,7	20,9	18,9	16,0	30,5	—	—
3	4	7,2	17,1	19,3	16,1	14,0	26,3	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	2	11,7	19,3	19,4	17,6	32,0	—	—

W.-Gerste 1926.

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 7-gliedrigen Halme								Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 6-gliedrigen Halme						
1	11	2,0	6,5	10,1	11,7	13,0	19,8	36,9	9	3,4	10,3	13,7	15,0	21,9	35,7	—	—
2	8	2,4	6,9	10,3	11,8	13,2	19,5	35,9	14	3,3	9,7	13,5	14,9	20,8	37,8	—	—
3	7	1,8	6,3	10,5	12,2	13,7	20,5	35,0	12	3,7	9,7	13,2	15,0	20,4	38,0	—	—
4	6	2,6	8,5	11,2	11,9	12,8	18,9	34,1	7	2,8	9,1	13,8	14,9	21,6	37,8	—	—

W.-Gerste 1925.

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 8-gliedrigen Halme								Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 7-gliedrigen Halme							
1	2	1,3	6,4	10,8	13,0	13,1	12,9	16,8	25,7	5	2,7	8,4	12,9	13,6	13,0	19,2	30,2	
2	1	0,4	5,1	10,2	12,6	13,7	12,8	17,2	28,0	5	2,9	7,9	12,7	14,5	13,5	18,6	29,9	
3	1	1,5	7,6	12,1	11,7	13,6	12,7	16,3	24,5	3	2,0	6,9	12,5	14,5	13,2	19,4	31,5	
4	1	1,1	5,8	11,6	13,2	13,0	12,5	16,6	26,2	1	1,7	9,2	15,3	15,7	13,9	20,7	23,5	

W.-Gerste 1925.

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 6-gliedrigen Halme						Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 5-gliedrigen Halme					
1	2	6,0	9,7	13,4	15,5	23,6	31,8	3	2,4	10,0	17,9	25,2	44,5	
2	3	4,0	11,3	13,8	14,1	22,6	34,2	1	2,8	11,0	17,7	24,8	43,7	
3	2	6,3	11,1	12,0	15,7	23,6	31,3	3	4,6	12,9	17,5	23,0	42,0	
4	4	6,0	11,6	14,1	13,9	20,8	33,6	1	3,8	13,0	18,1	24,6	40,5	

Zur Erleichterung des Vergleichs der Halmproportionen bei verschiedenen absoluten Halmlängen wurden die relativen Internodienlängen benutzt, d. h. die Internodienlängen bezogen auf eine Gesamthalmlänge von 100. Diese Umrechnung wurde auch bei allen späteren Tabellen gemacht.

Bei der Auswertung obiger Tabellen ergibt sich eine große Schwierigkeit dadurch, daß meist nur ein Durchschnittsergebnis von wenigen, oft auch nur von einem einzigen Halm vorliegt. Die Untersuchungen geben denn auch nur geringe Anhaltspunkte, in welcher Richtung sich die Halmproportionen ändern. Zu besseren Ergebnissen kommt man, wenn man die Gesamtlänge der 3 unteren Internodien des 1. Halmes mit der des 4. Halmes vergleicht.

Relative Länge der 3 unteren Glieder
des 1. Halmes des 4. Halmes

W.-Gerste 1926	7-gliedrig	18,6	22,3
" "	6- "	27,4	25,7
" 1925	8- "	18,5	18,5
" "	7- "	24,0	26,2
" "	6- "	29,1	31,7
" "	5- "	30,3	34,1

Nur in einem Falle ist die Gesamtlänge der 3 unteren Glieder des 4. Halmes geringer als die des ersten. Die später angelegten Halme neigen also zu längeren unteren Internodien. Auch das Vergleichsmaterial aus dem Jahre 1929 weist wenigstens bei den 6-gliedrigen Halmen der später angelegten Sprosse längere untere Internodien auf.

2. Winterroggen.

Roggen 1929 (20 Pflanzen, 5,3 Halme je Pflanze).

Halm	Zahl der Halme	Anormal	Ährenlänge mm	Ähren- ge- wicht dg	Halm- ge- wicht dg	Relat. Halm- ge- wicht	Ähre : Halm = 1 : ?	Halm- länge mm	Zahl der Internodien
1	19	—	103,5	22,9	31,6	1,99	1,38	1589	5,5
2	19	—	12	19	19	17	0	3	5,5
3	19	1	6	12	14	12	3	3	5,3
4	18	1	14	25	24	21	—1	4	5,2

Roggen 1925 (22 Pflanzen, 7,9 Halme je Pflanze).

Halm	Zahl d. Halme	Anormal	Körner- ge- wicht dg	Ähren- ge- wicht dg	Halm- ge- wicht dg	Relat. Halm- ge- wicht	Ähre : Halm = 1 : ?	Körner- zahl je Ähre	Halm- länge mm	1000- Korn- ge- wicht g	Zahl der Internodien
1	21	2	21,5	25,0	34,9	2,05	1,40	59,8	1706	36,0	5,9
2	20	1	12	12	15	15	3	10	0	3	5,9
3	19	3	13	12	19	18	7	12	1	1	5,8
4	20	1	14	14	15	15	2	12	0	2	5,7

Bei dem Material aus dem Jahre 1925 handelt es sich um die Zuchtsorten: Szentgroder, Kraffts Zeeländer, Brandts Marien und Sperlings Buhlendorfer und 4 Landroggen aus verschiedenen Gegenden Bayerns, sowie einen sibirischen Landroggen.

Die bei Roggen in den Jahren 1925 und 1929 untersuchten Pflanzen gehören zur Hälfte Zucht-, zur anderen Hälfte Landsorten an. Deshalb können die Ergebnisse als Durchschnittswerte für die Getreideart Roggen überhaupt betrachtet werden. Roggen weist bei allen untersuchten Merkmalen im Durchschnitt der beiden Jahre ein Zurückbleiben der später angelegten Halme gegenüber dem Haupthalm auf. Im Jahre 1929 stehen der 2. und besonders der 4. Halm stärker zurück als der 3.; im Jahre 1925 dagegen bleibt der 3. Halm stärker zurück, während sich der 2. und 4. die

Waage halten. Im übrigen weisen die Zahlen aus den beiden Jahren manche Ähnlichkeit auf. Anormale Halme kommen in beiden Jahrgängen nur sehr wenige vor, so daß nicht entschieden werden kann, für welche Achse die Frequenz eine höhere ist. In der Halmlänge bleiben die später angelegten Halme nicht wesentlich hinter dem Haupthalm zurück. Ebenso ändert sich das Ähren-Halmverhältnis nur wenig. Die Abnahme des Ährengewichtes ist fast ausschließlich auf die verminderte Körnerzahl zurückzuführen; denn das 1000-Korngewicht sinkt nicht stark. Daraus kann geschlossen werden, daß auch bei Roggen ebenso wie bei der W.-Gerste eine Qualitätsverschlechterung durch später angelegte Halme nicht zu befürchten ist. In der Zahl der Internodien ist in beiden Jahren eine, wenn auch nicht sehr starke Abnahme offenkundig.

Zu interessanten Feststellungen kommt man bei einer Gegenüberstellung der Zucht- und Landsorten in beiden Jahren.

1929.

Halm	Zuchtsorten:				Landsorten:			
	10 Pflanzen, 6,1 Halme je Pflanze				10 Pflanzen, 4,6 Halme je Pflanze			
	Zahl der Halme	Halm- gewicht dg	Ähren- länge mm	Ähren- gewicht dg	Zahl der Halme	Halm- gewicht dg	Ähren- länge mm	Ähren- gewicht dg
1	10	29,4	91,9	26,4	9	34,2	116,4	19,0
2	10	14	8	14	9	24	16	25
3	10	14	3	9	9	15	9	15
4	9	19	12	24	9	29	17	27

1925.

Halm	Zuchtsorten:					Landsorten:				
	11 Pflanzen, 6,5 Halme je Pflanze					11 Pflanzen, 9,2 Halme je Pflanze				
	Zahl der Halme	Ähren- ge- wicht dg	Körner- ge- wicht dg	zahl je Ähre	Halm- ge- wicht dg	Zahl der Halme	Ähren- ge- wicht dg	Körner- ge- wicht dg	zahl je Ähre	Halm- ge- wicht dg
1	10	26,9	23	59,1	38,9	11	21,6	18,6	61,9	28,9
2	9	— 3	— 4	— 2	— 1	11	17	17	17	19
3	9	— 4	— 5	— 3	0	10	18	19	20	24
4	10	16	16	8	17	10	19	19	17	23

Die ungezüchteten Sorten bleiben in allen Merkmalen bei allen Halmen stärker hinter dem Haupthalm zurück als die gezüchteten. Bei den Zuchtsorten des Jahres 1925 sind sogar der 2. und 3. Halm besser als der erste. Es ist also bei den Zuchtsorten des Roggens vom Gesichtspunkte der abfallenden Wertigkeit aus bei starker Bestockung keine wesentliche Ertragsminderung zu befürchten. Die Landsorten sind dicht zu säen, damit der Ertrag nicht so stark durch die später angelegten minderwertigen Halme beeinträchtigt wird.

Internodienlänge und morphologische Stellung.

Roggen 1929.

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 6-gliedrigen Halme							Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 5-gliedrigen Halme						
1	7	1,7	8,7	14,0	18,6	26,9	30,1		11	4,3	12,0	19,5	29,8	34,4		
2	9	2,0	9,0	14,7	18,9	26,0	29,7		10	5,4	12,6	19,5	28,9	33,6		
3	6	2,1	8,7	14,1	18,6	26,9	29,6		13	4,8	12,9	19,5	29,1	33,7		
4	5	2,7	9,8	14,0	18,7	26,2	28,6		14	5,7	14,0	19,5	28,2	32,6		

Roggen 1925.

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 7-gliedrigen Halme						
1	3	1,4	6,0	9,4	12,8	17,6	25,0	27,8
2	2	0,7	4,6	9,9	14,8	18,5	22,5	29,0
3	3	0,9	5,7	10,1	13,0	17,4	23,9	29,0
4	2	1,3	6,2	10,4	12,8	17,9	22,2	29,2

Roggen 1925.

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 6-gliedrigen Halme							Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 5-gliedrigen Halme						
1	12	1,6	6,8	11,8	18,3	27,8	33,7		6	3,3	11,0	18,5	30,2	37,0		
2	14	1,6	7,3	12,6	18,6	27,1	32,8		4	2,1	9,4	18,6	30,9	39,0		
3	10	1,3	6,5	12,6	18,6	27,2	33,8		6	2,8	11,2	19,4	29,4	37,2		
4	12	2,0	7,7	13,1	18,4	27,1	31,7		5	2,8	10,5	18,1	30,4	38,2		

Die Länge der unteren Internodien nimmt vom 1. bis zum 4. Halm unverkennbar, wenn auch nicht gesetzmäßig, zu. Dem-

entsprechend nimmt die Länge des obersten, oft auch der zwei obersten Internodien in der gleichen Reihenfolge ab. Dieses Verhalten ist unschwer aus dem Wachstumsverlauf zu erklären. Im Frühjahr sind die Haupthalme gegenüber den Seitenhalmen etwas voraus; sie treten auch ein wenig früher in das Stadium des Schossens. Dabei nehmen sie den Seitenhalmen das Licht weg, wodurch diese zu verstärkter Streckung angeregt werden. Da zu diesem Zeitpunkt gerade die unteren Internodien im Wachstum begriffen sind, werden sie im Vergleich zum Haupthalm länger. Da die Seitenhalme nicht länger sind als der Haupthalm, kann nur ein Ausgleich geschaffen werden durch entsprechend kürzere obere Internodien.

3. Winterweizen.

a) Weizen aus dem Jahre 1929.

Halm	Zahl der Halme	Anormal	Ähren- länge mm	Ähren- ge- wicht dg	Halm- ge- wicht dg	Relat. Halm- ge- wicht	Ähre : Halm = 1 : ?	Halm- länge mm	Zahl der Inter- nodien
Ungezüchtete Sorten (40 Pflanzen, 4,7 Halme, 0,5 Nachschüsse je Pflanze).									
1	40	—	91,8	23,0	30,8	2,24	1,34	1372	5,6
2	38	1	7	24	22	19	— 3	3	5,5
3	40	3	7	22	18	15	— 4	3	5,6
4	30	1	8	37	31	25	— 11	7	5,4
Zuchtsorten (30 Pflanzen, 4,9 Halme, 0,2 Nachschüsse je Pflanze).									
1	27	2	77,8	19,3	28,4	2,24	1,47	1268	5,7
2	25	1	7	13	16	14	3	2	5,4
3	27	4	7	17	21	18	5	4	5,5
4	25	—	9	21	25	24	5	2	5,4

Die Internodienzahl sinkt bei beiden Gruppen ungefähr gleich stark ab. Das Zurückbleiben verhält sich in ähnlichen Grenzen wie bei W.-Gerste und W.-Roggen. In den sonstigen Eigenschaften dagegen fallen die später angelegten Halme bei Weizen stärker ab als die der eben genannten Getreidearten. Die anormalen Halme scheinen bei W.-Weizen gleichmäßig über die einzelnen Achsen verteilt zu sein. Ihre Anzahl ist übrigens auch zu gering, um für einen bestimmten Halm eine ganz bestimmte Frequenz erkennen zu lassen. In der Gesamthalmlänge bestehen keine großen Unterschiede zwischen den einzelnen Halmen. Die Ährenlänge sinkt

bei den gezüchteten Sorten um den gleichen Prozentsatz ab wie bei den ungezüchteten. In den wichtigsten Eigenschaften, nämlich Ähren- und Halmgewicht, ist bei den ungezüchteten Sorten deutlich ein stärkeres Zurückstehen der späteren Halme zu beobachten als bei den Zuchtsorten. Besonders ausgeprägt ist dies beim Ährengewicht, so daß bei den ungezüchteten Sorten das Ähren-Halmverhältnis zahlenmäßig größer, d. h. ungünstiger wird. Der 4. Halm zeigt besonders bei den ungezüchteten Sorten in Ähren- und Halmgewicht schon eine sehr starke Minderwertigkeit gegenüber dem 1. Halm, was als deutlicher Hinweis dafür gelten mag, daß bei den ungezüchteten Sorten eine stärkere Bestockung den Ertrag herabdrückt. Bei den ungezüchteten Sorten der *vulgare*-Weizen allein, also den ungezüchteten Sorten ohne *trit. dicoccum*, *durum*, *turgidum* und *spelta* liegen die Verhältnisse ähnlich wie in der ganzen Gruppe, worüber folgende Aufstellung, welche die Durchschnittswerte von Weizen Nr. 5—8 darstellt, Auskunft gibt.

Halm	Zahl der Halme	Ährengewicht dg	Halmgewicht dg
1	20	18,3	27,2
2	20	18	18
3	20	17	18
4	19	27	22

Besonders auffallend ist hier auch wieder das starke Zurückstehen des 4. Halmes.

Internodienlänge und morphologische Stellung.

Ungezüchtete W.-Weizensorten 1929.

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 6-gliedrigen Halme						Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 5-gliedrigen Halme				
1	23	2,8	7,8	10,7	15,5	24,0	39,2	16	3,4	9,6	14,5	24,0	48,5
2	18	2,9	7,4	11,3	15,6	23,6	39,2	20	4,0	10,0	14,6	24,4	47,0
3	26	2,3	7,3	11,3	15,7	24,3	39,1	13	5,1	10,4	15,0	23,6	45,9
4	13	3,1	8,0	12,0	16,8	23,9	36,2	17	4,7	10,6	15,3	24,1	45,3

Gezüchtete W.-Weizensorten 1929.

1	14	1,6	7,4	10,9	16,8	26,5	36,8	11	4,7	11,2	15,1	29,2	39,8
2	10	1,9	7,7	10,7	16,8	26,2	36,7	15	5,0	11,2	15,5	28,9	39,4
3	14	2,4	8,3	11,3	17,5	26,2	34,3	13	4,8	11,3	15,2	28,5	40,2
4	10	2,0	7,9	11,6	17,3	26,4	34,8	15	5,7	11,3	16,7	27,2	39,1

Es zeigt sich bei Weizen das gleiche wie bei Roggen: Die unteren Internodien der später angelegten Halme sind im Durchschnitt länger, dafür sind die beiden oberen kürzer.

b) Weizen aus dem Jahre 1925.

Aus diesem Jahre steht für die in Betracht kommenden Untersuchungen ein sehr großes Material zur Verfügung.

Emmer (6 Pflanzen, 7,7 Halme je Pflanze)

Halm	Halmgewicht dg	Ährengewicht dg
1	27,3	31,0
2	14	30
3	16	34
4	19	44

Besonders das Zurückstehen der Ähren der später angelegten Halme ist hier typisch.

Durum-Weizen (9 Pflanzen, 8,4 Halme, 0,2 Nachschüsse je Pflanze).

Halm	Halmgewicht dg	Ährengewicht dg
1	35,4	31,9
2	3	3
3	23	18
4	25	23

Halm- und Ährengewicht nehmen in ähnlicher Weise ab. Der 2. Halm hat fast die gleiche Wertigkeit wie der erste. Der 3. und 4. Halm stehen aber schon stark zurück.

Turgidum-Weizen (15 Pflanzen, 5,4 Halme je Pflanze).

Halm	Halmgewicht dg	Ährengewicht dg
1	44,4	41,8
2	8	9
3	5	21
4	1	7

Bei den *turgidum*-Weizen stehen anscheinend die später angelegten Halme nicht sehr stark hinter dem Haupthalm zurück. Das Ährengewicht sinkt stärker ab als das Halmgewicht.

Trit. dicoccum, durum und *turgidum* zusammen (30 Pflanzen, 6,2 Halme je Pflanze).

Halm	Zahl der Halme	Anormal	Ähren- gewicht dg	Halm- gewicht dg	Relat. Halm- gewicht	Ähre : Halm = 1 : ?	Halm- länge mm	Inter- nodien- zahl
1	26	—	38,0	39,6	2,80	1,04	1417	5,7
2	26	—	12	11	9	— 2	2	5,7
3	24	1	23	13	13	— 12	1	5,7
4	21	1	26	20	15	— 8	6	5,6

In der Halmlänge tritt der 4. Halm schon ziemlich stark zurück. Die Zahl der Internodien bleibt fast gleich. Ähren- und Halmgewicht sinken regelmäßig von Halm zu Halm, wobei das Ährengewicht schneller abnimmt als das Halmgewicht.

Halmwertigkeit und morphologische Stellung
bei *Trit. dicoccum, durum* und *turgidum*.

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 5-gliedrigen Halme						Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 6-gliedrigen Halme					
1	10	5,4	11,1	15,2	23,5	44,8		15	3,2	7,1	10,7	14,6	21,4	43,0
2	10	5,5	12,1	16,2	22,5	43,7		15	2,8	7,3	10,7	14,6	21,4	43,2
3	11	6,1	11,6	15,7	22,3	44,3		10	2,8	8,5	11,3	14,9	20,1	42,4
4	9	6,2	11,1	16,9	21,6	44,2		12	3,1	7,5	11,0	14,5	20,6	43,3

Die Ergebnisse sind ähnlich denen des W.-Weizens 1929. Je später ein Halm angelegt wird, um so mehr findet eine Verlängerung der unteren und eine entsprechende Verkürzung der oberen Internodien statt.

Vulgare-Weizen aus dem Jahre 1925.

Bei den ungezüchteten Sorten handelt es sich um begrannnte und unbegrannnte, braun- und weißspelzige, rot- und weißkörnige, früh- und spätschossende Landsorten bayerischen, mährischen, ungarischen, griechischen usw. Ursprunges. Die Zuchtsorten setzen sich zusammen aus mitteldichtährigen und dichtährigen Weizen der bekannteren deutschen Züchtungen.

Halm	Zahl der Halme	Anor- mal	Ähren- gewicht dg	Halm- gewicht dg	Relatives Halm- gewicht	Ähre : Halm = 1 : ?	Halm- länge mm	Zahl der Inter- nodien
------	----------------------	--------------	-------------------------	------------------------	-------------------------------	---------------------------	----------------------	------------------------------

Ungezüchtete Sorten (8,8 Halme je Pflanze.)

1	83	2	23,8	28,5	2,05	1,20	1389	5,7
2	86	7	14	12	8	—2	4	5,6
3	87	3	16	16	11	0	5	5,4
4	80	3	23	21	16	—2	6	5,4

Zuchtsorten (8,2 Halme je Pflanze.)

1	85	2	26,5	33,1	2,39	1,25	1381	5,7
2	83	1	11	13	11	2	2	5,6
3	81	1	14	17	13	3	4	5,6
4	76	3	18	24	18	6	6	5,5

Zu den Untersuchungen steht ein sehr umfangreiches Material zur Verfügung, so daß die Durchschnittswerte als unbedingt feststehend angesehen werden können. Anormale Halme sind nur wenige vorhanden und ziemlich gleichmäßig auf die einzelnen Sprosse verteilt. Daß sich bei den ungezüchteten Sorten unter 86 2. Halmen 7 anormale befinden, ist wohl nicht als typisch anzusehen, sondern mehr als Zufallsergebnis zu werten. Bei der Internodienzahl ist ein langsames, aber sicheres Abgleiten vom 1. bis zum 4. Halm festzustellen. Das gleiche gilt bezüglich der Halm-länge. Im Ähren- und Halmgewicht, sowie im relativen Halmgewicht weisen sowohl die gezüchteten als auch die ungezüchteten Sorten ein starkes Zurückbleiben der später angelegten Halme auf. Bemerkenswert ist, daß bei den ungezüchteten Sorten das Ährengewicht stärker abnimmt als das Halmgewicht, während es bei den Zuchtsorten umgekehrt ist. Ferner ist der absolute Abfall im Ähengewicht bei den Zuchtsorten nicht so groß. Das mag ein Hinweis sein, daß es wohl möglich ist, durch systematische Züchtung Pflanzen hervorzubringen, bei denen die später angelegten Halme nicht so stark hinter dem Haupthalm zurückstehen. Der geringeren Abnahme des Ähengewichtes bei den Zuchtsorten ist es auch zuzuschreiben, daß sich das Ähren-Halmverhältnis vom 1. bis zum 4. Halm zugunsten der Ähre verbessert. Das relative Halmgewicht nimmt bei beiden Gruppen stufenförmig ab.

Internodienlänge und morphologische Stellung.

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 5-gliedrigen Halme						Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 6-gliedrigen Halme					
------	----------------	---	--	--	--	--	--	----------------	---	--	--	--	--	--

Ungezüchtete W.-Weizen 1925.

1	31	4,6	11,3	16,7	26,2	41,2	52	2,4	8,1	12,5	17,1	24,2	35,7
2	37	4,5	12,0	17,2	26,5	39,8	49	2,2	8,9	12,1	17,4	24,0	35,4
3	50	4,5	12,3	17,1	26,4	39,7	37	2,5	9,5	13,1	17,6	23,5	33,8
4	47	5,0	12,7	17,5	25,8	39,0	33	2,6	9,5	13,0	17,6	23,0	34,3

Gezüchtete W.-Weizen 1925.

1	29	4,9	11,4	18,0	27,7	38,0	56	2,6	8,1	11,7	18,7	25,2	33,7
2	33	5,3	11,7	18,8	26,7	37,5	50	2,7	8,3	12,5	19,1	24,8	32,6
3	36	5,5	11,8	18,7	26,6	37,4	45	2,4	8,3	12,7	19,3	25,3	32,0
4	37	5,7	12,4	19,0	26,5	36,4	39	2,2	8,3	13,0	19,0	24,5	33,0

Die Länge des obersten Gliedes nimmt vom 1. bis zum 4. Halm ab, wobei aber nicht ausgeschlossen ist, daß z. B. das oberste Glied des 3. Halmes im Durchschnitt kürzer ist als das des 4. Auch das zweitoberste Glied des 2., 3. und 4. Halmes ist fast durchwegs kürzer als das des 1. Halmes. Über die Änderung der Längenverhältnisse des untersten Gliedes ergibt sich aus den Untersuchungen kein bestimmtes Bild. Das unterste Glied des 1. Halmes kann im Durchschnitt länger, aber auch kürzer sein als das entsprechende des 4. Halmes. Anders verhält es sich mit dem 2. und 3. Glied der 5-gliedrigen und dem 2., 3. und 4. Glied der 6-gliedrigen Halme. Hier ist eine deutliche Längenzunahme der Glieder der später angelegten Halme ausgeprägt. Diese Zunahme ist im Durchschnitt fast in jedem Falle von Halm zu Halm festzustellen. Ein überaus klares Bild ergibt sich, wenn man jeweils die Summe der 3 unteren Glieder bei den verschiedenen Halmen in Vergleich setzt.

Relative Länge der 3 unteren Glieder.

Halm	Ungezüchtete Sorten		Zuchtsorten	
	5-gliedrig	6-gliedrig	5-gliedrig	6-gliedrig
1	32,6	23,0	34,3	22,4
2	33,7	23,2	35,8	23,5
3	33,9	25,1	36,0	23,4
4	35,2	25,1	37,1	23,5

Bei den 5-gliedrigen Halmen nimmt die relative Gesamtlänge der 3 unteren Internodien vom 1. bis zum 4. Halm regelmäßig zu.

Bei den 6-gliedrigen Halmen ist es ähnlich, wenn auch hier diese strenge Zunahme geringfügig unterbrochen ist. In der Zusammenstellung möchte ich besonders den Unterschied zwischen der Summe der 3 unteren Glieder des 1. und 4. Halmes hervorheben. Er beträgt bei den 5-gliedrigen ungezüchteten Sorten 2,6, bei den 6-gliedrigen 2,1; für die Zuchtsorten sind die Zahlen 2,8 bei den 5-gliedrigen und 1,1 bei den 6-gliedrigen Halmen. Der Unterschied ist recht beträchtlich. Bei Untersuchungen über den Bau des Getreidehalmes scheint es deshalb angebracht, immer nur Halme gleicher morphologischer Stellung miteinander zu vergleichen. König hat diesen Punkt bei seiner Arbeit nicht berücksichtigt. Er zog zu seinen Untersuchungen sämtliche Halme einer Getreidepflanze heran, wobei er allerdings die Vermutung aussprach (3, S. 574), daß es sich bei den weniggliedrigen Halmen der S.-Gerste und des S.-Weizens um später entwickelte Halme handle.

4. Sommergerste.

Auch von dieser Getreideart liegt ähnlich wie bei W.-Weizen ein verhältnismäßig reichliches Material vor. Es handelt sich um Pflanzen aus den Jahren 1925 und 1929.

a) S-Gerste aus dem Jahre 1929.

Halm	Zahl der Halme	Anormal	Ährenlänge mm	Ährengewicht dg	Halmgewicht dg	Relatives Halmgewicht	Ähre : Halm = 1 : ?	Halm-länge mm	Zahl der Internodien
------	----------------	---------	---------------	-----------------	----------------	-----------------------	---------------------	---------------	----------------------

Ungezüchtete Sorten (15 Pflanzen, 3,9 Halme, 0,4 Nachschüsse je Pflanze).

1	13	2	87,9	20,2	16,4	1,83	0,81	898	6,1
11	8	1	12	42	43	35	1	2	5,5
12	11	—	4	13	18	15	5	4	5,8
13	14	5	4	13	11	7	—2	0	6,1

Zuchtsorten (40 Pflanzen, 4,7 Halme, 1,5 Nachschüsse je Pflanze).

1	33	1	98,9	17,0	14,6	1,58	0,86	925	6,0
11	15	1	12	19	18	15	—1	4	6,0
12	32	1	3	0	1	4	1	—3	5,7
13	27	—	6	9	8	7	0	1	5,9

Wenn in diesem Kapitel u. a. die Ergebnisse bei S.-Gerste mit denen bei W.-Gerste, W.-Roggen und W.-Weizen verglichen werden, so ist dabei das Seite 140 über die morphologische Stellung der Halme und die Beringungsmethode Gesagte zu berücksichtigen. Der Halm 1 bei Gerste entspricht zwar immer dem 1. Halm bei

W.-Getreide; dagegen setzen sich die 2. Halme bei W.-Getreide zusammen aus 11-Halmen und soviel 12-Halmen, als 11-Halme nicht zur Entwicklung gekommen sind. Unter der Voraussetzung, daß der 11-Halm im Durchschnitt schwächer ist als der 12-Halm, muß unter sonst gleichen Bedingungen der 2. Halm bei W.-Getreide einen höheren Durchschnittswert aufweisen als der 11-Halm bei S.-Getreide. Der 3. Halm bei W.-Getreide setzt sich zusammen aus 12-Halmen und soviel 13-Halmen, als 11-Halme sich nicht entwickelten. Es muß also — *ceteris paribus* — der 3. Halm bei W.-Getreide einen geringeren Wert aufweisen als der 12-Halm bei Gerste. Ähnlich werden sich der 4. Halm bei W.-Getreide und der 13-Halm bei Gerste zueinander verhalten. Das über die S.-Gerste 1929 Gesagte gilt sinngemäß auch für S.-Weizen 1929 und Hafer 1929.

Die S.-Gerste 1929 weist wenig anormale Halme auf. Am zahlreichsten sind sie noch bei den ungezüchteten Sorten. Hier sind besonders unter den 13-Halmen verhältnismäßig viel anormale. Die Zahl der untersuchten Halme ist aber zu gering, um für einen bestimmten Halm eine gewisse Frequenz nachweisen zu können. In der Gliederzahl läßt sich kein Unterschied bei den einzelnen Halmen erkennen. Man hätte erwartet, daß bei der Gerste als S.-Getreide die später entwickelten Halme weniger Glieder haben. Doch ist andererseits, wie die Beobachtungen über das Hervortreten der einzelnen Sprosse ergeben haben, bei Gerste kein allzu großer Unterschied zwischen dem Erscheinen und damit auch der Anlage der Sprosse, so daß die Ergebnisse durch das besonders schnelle Wachstum der Gerste begründet erscheinen. Auf dieser Tatsache beruht wohl auch die nicht sehr starke Rückständigkeit in den anderen Merkmalen gegenüber dem Halm 1. Bei den Zuchtsorten ist der 12-Halm dem Haupthalm fast ebenbürtig. Überhaupt zeigt sich bei den gezüchteten Gersten ein viel geringerer Abfall in der Wertigkeit als bei den ungezüchteten. Der 11-Halm ist in beiden Gruppen immer schwächer als 12 und auch als 13. Auffallend ist, daß bei den ungezüchteten Sorten 13 in einigen Eigenschaften besser ist als 12. In der Länge des Halmes kann bei beiden Gruppen kein wesentlicher Unterschied der einzelnen Achsen festgestellt werden. Das Ähren-Halmverhältnis ändert sich so wenig, daß die Zahlen innerhalb der Fehlergrenze liegen dürften. Bei einem Vergleich mit W.-Roggen und W.-Weizen ergibt sich, daß besonders bei den Zuchtsorten der S.-Gerste die Seitenhalme besser sind.

Internodienlänge und morphologische Stellung.

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 6-gliedrigen Halme						Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 5-gliedrigen Halme					
Ungezüchtete S.-Gerstensorten 1929.														
1	8	2,5	9,3	12,6	15,3	20,4	39,9	2	2,7	10,7	14,5	22,5	49,6	
11	4	4,6	11,5	14,3	15,3	19,1	35,2	4	4,4	14,4	17,6	22,9	40,7	
12	3	2,0	10,3	14,1	16,2	20,9	36,5	5	4,0	12,0	16,4	23,8	43,8	
13	6	5,0	12,4	15,1	14,9	18,5	34,1	3	6,6	13,7	14,4	26,5	38,8	
Gezüchtete S.-Gerstensorten 1929.														
1	21	2,1	5,7	11,4	14,7	24,7	41,4	5	2,7	8,6	15,2	26,3	47,2	
11	13	2,8	7,1	12,5	14,8	23,6	39,2	—	—	—	—	—	—	
12	17	2,2	6,8	12,1	15,0	24,8	39,1	12	3,5	10,6	14,4	24,3	47,2	
13	20	2,5	7,4	12,4	14,9	24,2	38,6	5	2,9	10,7	15,5	24,9	46,0	

Bei S.-Gerste 1929 ist die Tendenz, an den später angelegten Halmen längere untere und kürzere obere Internodien zu bilden, besonders stark.

b) S.-Gerste aus dem Jahre 1925.

Bei den ungezüchteten S.-Gersten handelt es sich um die verschiedensten früh- und spätreifenden Sorten vom A-, B-, C- und D-Typ. Unter den Zuchtsorten befinden sich besonders die bekannten bayerischen, fränkischen und norddeutschen Züchtungen.

Halm	Zahl der Halme	Anormal	Ähren-gewicht dg	Halm-gewicht dg	Relat. Halm-gewicht	Ähre : Halm = 1 : ?	Halm-länge mm	Zahl der Internodien
Ungezüchtete 2-zeilige Sorten (61 Pflanzen, 5,5 Halme, 2,9 Nachschüsse je Pflanze).								
1	54	7	19,9	18,2	2,08	0,91	876	6,3
2	40	10	15	19	13	5	7	6,0
3	44	10	7	13	10	7	4	6,0
4	40	6	13	18	13	4	5	5,9
Ungezüchtete 4- und 6-zeilige Sorten (38 Pflanzen, 4,8 Halme 2,3 Nachschüsse je Pflanze).								
1	33	—	31,4	20,4	2,31	0,65	885	6,1
2	22	2	15	21	9	8	12	5,9
3	24	3	—1	3	5	5	—2	6,0
4	19	3	11	8	9	—3	0	5,9
Zuchtsorten (61 Pflanzen, 6,4 Halme, 3,3 Nachschüsse je Pflanze).								
1	51	4	19,4	14,5	1,68	0,75	865	5,9
2	43	7	13	15	12	3	4	6,0
3	44	9	10	12	13	3	—1	6,0
4	45	2	12	15	14	4	1	5,8

Bei Beurteilung der Ergebnisse von S.-Gerste 1925 sind die Ausführungen auf Seite 140 über die Beringung im Jahre 1925 zu berücksichtigen. Die Zahlen können also nicht direkt mit denen des Jahres 1929 verglichen werden, wohl aber mit jenen von W.-Getreide aller Jahre. Bei der S.-Gerste 1925 sind die anormalen Halme auf die verschiedenen Achsen ziemlich gleichmäßig verteilt; nur der 1. Halm scheint am wenigsten anormal zu sein. Die Zahl der Internodien ändert sich nicht stark. Das Ähren-Halmverhältnis verbessert sich fast durchwegs zugunsten der Ähre. Ebenso steht das Ährengewicht der später entwickelten Halme im allgemeinen weniger zurück als das Halmgewicht. Im Ährengewicht, Halmgewicht und relativen Halmgewicht kommt in der Wertigkeit fast regelmäßig hinter dem 1. Halm sofort der 3., während der 2. und 4. Halm stärker zurückstehen. Die beiden letztgenannten gleichen sich dabei, wenn auch der 2. Halm etwas schwächer sein dürfte als der 4. Obwohl der S.-Gerste nur ein kurzer Zeitraum zum Wachstum zur Verfügung steht, bleiben ihre später angelegten Halme nicht stärker hinter dem Haupthalm zurück als bei W.-Weizen und W.-Roggen. Erklärt kann dies nur werden durch die außerordentlich schnelle Bestockung der Gerste.

Internodienlänge und morphologische Stellung.

2-zeilige ungezüchtete S.-Gerstensorten.

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlänge der 6-gliedrigen Halme							Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlänge der 5-gliedrigen Halme						
1	20	2,8	7,0	12,7	15,4	24,6	37,5		11	4,6	11,3	15,4	25,7	43,0		
2	21	3,4	8,5	13,4	16,0	23,5	35,2		9	4,6	11,1	17,1	24,7	42,5		
3	23	3,3	8,4	12,2	14,8	23,5	37,8		9	4,9	11,1	15,2	25,3	43,5		
4	28	3,3	8,4	12,6	16,1	23,9	35,7		7	4,6	10,2	15,2	26,5	43,5		

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlänge der 7-gliedrigen Halme						
1	20	2,3	6,0	9,8	12,0	14,3	21,5	34,1
2	9	1,9	4,5	9,1	12,6	15,5	22,5	33,9
3	11	2,9	6,2	10,2	12,3	13,9	20,1	35,1
4	5	1,6	5,9	11,0	13,1	14,4	21,1	32,9

4- und 6-zeilige ungezüchtete S.-Gerstensorten 1925.

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 6-gliedrigen Halme						Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 5-gliedrigen Halme					
1	19	3,2	8,6	12,3	16,1	24,6	35,2	5	4,5	10,6	17,0	27,8	40,1	
2	12	3,4	8,8	13,4	16,8	23,0	34,6	6	4,8	11,7	17,8	25,9	39,8	
3	15	3,3	8,3	13,1	16,7	25,2	33,4	4	5,2	11,5	16,9	27,2	39,2	
4	10	2,8	7,9	13,4	16,1	25,1	34,7	5	4,6	12,2	17,7	26,0	39,5	

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 7-gliedrigen Halme						
1	9	1,8	5,0	8,5	10,8	14,2	22,9	36,8
2	4	2,4	4,5	9,4	12,3	14,8	21,1	35,5
3	5	2,1	5,7	9,7	11,4	14,4	22,8	33,9
4	4	1,8	5,8	9,9	12,0	14,6	22,6	33,3

Gezüchtete S.-Gerstensorten 1925.

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 6-gliedrigen Halme						Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 5-gliedrigen Halme					
1	41	3,9	8,4	12,1	14,8	24,6	36,2	7	5,8	13,7	17,6	26,5	36,4	
2	28	3,7	9,0	13,3	15,4	24,8	33,8	7	4,8	11,4	15,2	25,4	43,2	
3	36	3,9	9,2	12,7	15,3	24,5	34,4	5	4,7	11,7	16,4	27,0	40,2	
4	29	3,6	8,4	13,0	15,3	24,1	35,6	11	5,2	11,4	15,5	26,3	41,6	

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 7-gliedrigen Halme						
1	3	2,7	7,2	10,4	12,3	15,4	21,4	30,6
2	8	2,7	5,6	9,7	11,5	14,9	22,8	32,8
3	3	2,1	4,8	9,2	11,0	13,8	23,6	35,5
4	4	2,0	4,2	9,1	11,8	14,2	24,1	34,6

Die Beurteilung des Einflusses der Halmstellung auf die Länge der Internodien ist besonders bei den 5- und 7-gliedrigen Halmen des Materials aus dem Jahre 1925 dadurch erschwert, daß von diesen immer nur eine verhältnismäßig geringe Anzahl zur Verfügung steht. Trotzdem ist zu erkennen, daß die unteren Glieder der später angelegten Halme im allgemeinen länger sind als die

des Haupthalmes. Die Schwankungen können auch durch die angewandte Methode verursacht sein. Es können beispielsweise die 8 7-gliedrigen 2. Halme von Sorten mit anderem Halmaufbau stammen als die 3 7-gliedrigen 1. Halme. Um die Unterschiede klarer herauszustellen, sollen die Gesamtlängen der 3 unteren Internodien in Vergleich gesetzt werden.

Gesamtlängen der 3 unteren Internodien.

Halm	6-gliedrige	5-gliedrige	7-gliedrige
2-zeilige ungezüchtete Sorten.			
1	22,5	31,3	18,1
2	25,3	32,8	15,5
3	23,9	31,2	18,6
4	24,3	30,0	18,5
4- und 6-zeilige ungezüchtete Sorten.			
1	24,1	32,1	15,3
2	25,6	34,3	16,3
3	24,7	33,6	17,5
4	24,1	34,5	17,5
Zuchtsorten.			
1	24,4	37,4	20,3
2	26,0	31,4	18,0
3	25,8	32,8	16,1
4	25,0	32,1	15,3

Die Zahlen geben kein so einheitliches Bild wie z. B. W.-Weizen 1925. Sie legen die Vermutung nahe, daß bei S.-Gerste 1925 die unteren Internodien der später angelegten Halme gegenüber dem Haupthalm nicht so sehr an Länge zunehmen wie bei W.-Weizen 1925. Liegen doch in 3 von 9 Fällen die Durchschnittslängen der 3 unteren Internodien des 4. Halmes unter denen des Haupthalmes. Die Zahlen für Gerste aus dem Jahre 1925 stehen in einem gewissen Gegensatz zu der starken Längenzunahme der unteren Internodien später entwickelter Halme der Gerste 1929.

5. Sommerweizen.

Von dieser Getreideart liegen nur Ergebnisse aus dem Jahre 1929 vor. Die Pflanzen sind im Gegensatz zu den übrigen Getreidearten mit Ausnahme von Hafer bei einem Abstand in der Reihe von nur 2,5 cm gewachsen.

S.-Weizen 1929 (32 Pflanzen, 2,5 Halme, 0,2 Nachschüsse je Pflanze).

Halm	Zahl der Halme	Anor- mal	Ähren- länge mm	Ähren- ge- wicht dg	Halm- ge- wicht dg	Relat. Halm- ge- wicht	Ähre : Halm = 1 : ?	Halm- länge mm	Inter- nodien- zahl
1	31	1	85,8	16,8	20,2	1,78	1,21	1131	5,1
11	11	—	8	26	24	20	—2	4	5,1
12	23	3	12	29	27	22	—2	6	5,3
13	16	1	19	36	36	28	0	11	5,1

Das Ähren-Halmverhältnis ändert sich nur unwesentlich. Dagegen fallen Ährenlänge, Ährengewicht, Halmgewicht und relatives Halmgewicht viel stärker ab als bei den bisher besprochenen Getreidearten. Der Grund hierfür ist zu suchen in der geringen Entfernung der Pflanzen und besonders im Verlauf der Bestockung. S.-Weizen bestockt sich viel langsamer als S.-Gerste (siehe S. 157). Deshalb ist bekanntlich auch, um bei S.-Weizen einen hohen Ertrag zu erzielen, erfahrungsgemäß eine frühzeitige Saat notwendig. In der Zahl der Halmglieder steht der Halm 1 nicht an der Spitze. Halm 12 hat im Durchschnitt sogar mehr Internodien. Eine Erklärung hierfür kann nicht gegeben werden, da über den Zeitpunkt der Anlage der Internodien nichts bekannt ist. Tatsache ist lediglich, daß schon in einem sehr frühen Wachstumsstadium die Anlage der Glieder erfolgt. Herrscht in dieser Zeit eine für das Wachstum ungünstige Witterung, so wird wohl, da das Schossen nicht eintreten kann, die Neigung bestehen, mehr Internodien zu bilden. Bei günstiger Witterung wird es vermutlich umgekehrt sein.

Internodienlänge und morphologische Stellung bei S.-Weizen.

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 6-gliedrigen Halme							Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 5-gliedrigen Halme				
1	3	0,7	4,5	10,0	13,3	25,2	46,3		28	3,6	8,8	14,4	26,1	47,1
11	1	1,0	4,8	8,9	9,6	23,4	52,3		10	3,6	9,7	15,1	26,1	45,5
12	8	1,3	7,1	11,2	16,1	25,6	38,7		15	2,7	8,8	14,7	26,6	47,2
13	1	0,5	2,9	7,1	13,1	28,7	47,7		15	3,4	9,6	15,9	26,3	44,8

Um eine bessere Übersicht zu bekommen, sollen wieder die Gesamtlängen der 3 unteren Internodien miteinander verglichen werden.

Halm	6-gliedrige Halme	5-gliedrige Halme
1	15,2	26,8
11	14,7	28,4
12	19,6	26,2
13	10,5	28,9

Die 6-gliedrigen Halme scheiden praktisch von der Bewertung aus, da ihre Anzahl zu gering ist. Die 3 unteren Internodien der 5-gliedrigen 13-Halme sind bedeutend (2,1) länger als die entsprechenden des Haupthalmes. Zu einem Vergleich mit den anderen Getreidearten reicht das Material nicht aus.

6. Hafer.

Die Entfernung der Pflanzen in der Reihe betrug wie beim S.-Weizen 2,5 cm. Bei Hafer gestalteten sich die Untersuchungen besonders schwierig, da viele Sprosse durch die Fritfliege vernichtet wurden. Aus diesem Grunde wurden Ergebnisse, die aus dem Jahre 1925 vorlagen, überhaupt nicht in die Arbeit aufgenommen. Auch die Zahlen aus dem Jahre 1929 zeigen kein einheitliches Bild, da viele Sprosse der Fritfliege zum Opfer fielen. Das Eingehen eines Halmes kann nach Schoute (15) verschiedene Folgen haben. Geht ein Halm frühzeitig ein, so kommt dies dem nach der morphologischen Anlage folgenden zugute. Geht er erst später ein, so schwächt er den nach ihm folgenden. Von der Fritfliege befallene Sprosse gehen immer frühzeitig ein. Demnach müßten ohne Fritfliegenbefall die später angelegten Halme noch mehr zurückstehen, als dies in den nun folgenden Tabellen der Fall ist.

Halm	Zahl der Halme	Anormal	Rispenlänge mm	Rispen- gewicht dg	Halm- gewicht dg	Relat. Halm- ge- wicht	Ähre : Halm = 1 : ?	Inter- nodien- zahl der Rispe	Halm- länge mm	Zahl d. Inter- nodien
------	----------------	---------	-------------------	--------------------------	------------------------	---------------------------------	---------------------------	--	----------------------	-----------------------------

Ungezüchtete Hafersorten 1929 (30 Pflanzen, 2,2 Halme,
0,3 Nachschüsse je Pflanze).

1	24	—	230	29,5	29,6	2,65	1,00	6,6	1115	6,9
11	1	—	25	69	66	60	—11	9	15	6,0
12	17	—	7	37	30	26	—12	11	6	6,6
13	9	—	19	43	37	34	—11	9	4	6,3

Halm	Zahl der Halme	Anormal	Rispen- länge mm	Rispen- gewicht dg	Halm- gewicht dg	Relat. Halm- ge- wicht	Ähre : Halm = 1 : ?	Inter- nodien- zahl der Rispe	Halm- länge mm	Zahl d. Inter- nodien
------	-------------------	---------	------------------------	--------------------------	------------------------	---------------------------------	---------------------------	--	----------------------	-----------------------------

Gezüchtete Hafersorten 1929 (35 Pflanzen, 1,7 Halme,
0,3 Nachschüsse je Pflanze).

1	30	—	206	33,6	30,7	2,94	0,91	6,1	1044	6,5
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	10	—	5	15	9	10	—8	8	—1	6,2
13	14	—	13	32	25	12	—10	5	4	6,4

Alle Sorten 1929 (65 Pflanzen, 2,0 Halme, 0,2 Nachschüsse je Pflanze).

1	54	—	226	31,8	30,2	2,82	0,95	6,3	1073	6,7
11	1	—	24	72	67	62	—17	5	12	6,0
12	27	—	9	30	23	21	—10	10	2	6,5
13	23	—	19	35	29	27	—8	8	4	6,4

Hafer zeigt in verschiedener Beziehung ein ganz anderes Verhalten wie die bisher beschriebenen Getreidearten. Zunächst fällt das fast vollständige Fehlen von 11 auf. Ebenso sind keine anormalen Halme vorhanden. Die Zahl der Internodien nimmt in ähnlichem Umfange ab wie bei den übrigen Getreidearten. Ähnlich wie bei den ungezüchteten Sorten der S.-Gerste 1925 und des W.-Weizens 1925 geht auch die Internodienzahl bei den ungezüchteten Hafersorten stärker zurück als bei den gezüchteten. Die Halmlänge nimmt im Durchschnitt aller untersuchten Sorten in dem gleichen Maße ab wie bei den anderen Getreidearten. Eine Eigentümlichkeit findet sich bei Hafer, daß nämlich das Ähren-Halmverhältnis der später angelegten Halme sich bedeutend verschlechtert. Dies ist darauf zurückzuführen, daß das Rispengewicht stärker abnimmt als das Halmgewicht. Bei Hafer wird durch die später angelegten Halme der Kornertrag eines Bestandes viel stärker herabgedrückt als bei allen übrigen Getreidearten. In allen Merkmalen ist der Abfall gegenüber dem Haupthalm bei den ungezüchteten Sorten viel größer als bei den Zuchtsorten, wiederum ein Beweis dafür, daß durch sachgemäße Züchtung wohl die Minderwertigkeit der späteren Halme verringert werden kann.

Internodienlänge und morphologische Stellung bei Hafer.

Halm	Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 7-gliedrigen Halme							Zahl der Halme	Durchschnittliche relative Internodienlängen der 6-gliedrigen Halme						
1	25	0,8	2,3	6,1	10,3	15,4	22,7	42,4	17	0,9	3,3	9,8	15,2	24,5	46,3	
11	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1,3	7,1	11,5	15,8	19,4	44,9	
12	12	1,1	4,1	9,0	11,8	15,7	20,3	38,0	13	1,2	6,1	10,9	15,3	22,3	44,2	
13	8	0,7	2,8	7,9	11,3	15,7	20,9	40,7	13	1,5	5,8	10,7	14,9	22,5	44,6	

Auch bei Hafer zeigt sich das bekannte Bild, daß die unteren Internodien der später angelegten Halme größer sind als die des Haupthalmes. Diese Eigenschaft scheint fast stärker ausgeprägt zu sein als bei den übrigen Getreidearten. Durch Zusammenfassung der Längen der unteren Internodien soll auch bei Hafer ein klareres Bild geschaffen werden. Bei den 7-gliedrigen Halmen wurden nicht die 3, sondern die 4 unteren Internodien zusammengestellt.

Halm	7-gliedrige Halme	6-gliedrige Halme
1	19,5	14,0
11	—	19,9
12	26,0	18,2
13	22,7	18,0

Nach der Zusammenstellung ist der Unterschied viel bedeutender als bei den übrigen Getreidearten. Die Erklärung ist in dem langsamen Wachstumsverlauf des Hafers zu suchen. Die Internodien der Seitenhalme vollenden ihr Wachstum erst einige Tage, nachdem die des Haupthalmes ihre volle Länge erreicht haben. Es ist also anzunehmen, daß sie bei etwas höheren Temperaturen gewachsen sind, die eine stärkere Streckung verursachen. Den später wachsenden Halmen wird auch durch die Haupthalme das Licht weggenommen, was auch zu verstärkter Streckung der unteren Internodien führt.

VI. Zusammenfassung.

Schribaux, Lippoldes, Rimpau und Schoute haben nachgewiesen, daß die Seitenhalme bei Getreidepflanzen in den wichtigeren Eigenschaften im allgemeinen hinter dem Haupthalm zurückstehen. Rimpau erklärt diese Tatsache aus dem Wachstumsverlauf, Schoute führt sie auf das bei den Pflanzen herrschende Gesetz der Periodizität zurück. In der vorliegenden Arbeit wird auf der Grundlage der Unterscheidung der Halme nach der morphologischen Stellung, wie sie von Schoute zuerst durchgeführt wurde, ein Beitrag zur Frage des Wertverhältnisses der Haupt- und Seitenhalme geliefert, wobei besonderer Wert auf die Herausstellung der Artunterschiede gelegt wird. Durch umfangreiche Beobachtungen während des Wachstums sollte für die an reifen Pflanzen gemachten Feststellungen eine Erklärung gefunden werden. Untersucht wurden immer nur die vier ersten Halme einer Pflanze, weil auf Feldbeständen eine wesentlich stärkere Bestockung nicht in Frage kommen dürfte.

Da die Minderwertigkeit eines Halmes schon durch die schwache Anlage der Knospe, aus welcher er entspringt, verursacht sein kann, wurden die 1., 2. und 3. Seitenknospen der Hauptachsen und die daraus entstehenden Sprosse einer eingehenden Betrachtung unterzogen. An angekeimten Körnern war die Koleoptylenknospe am häufigsten bei Roggen und Hafer nicht festzustellen. Selten fehlte sie bei Gerste; immer vorhanden war sie bei Weizen und Spelz. In drei Gewächshausversuchen wurde gefunden, daß sie bei größerer Tiefenlage des Kornes und bei steigender Temperatur nicht mehr zur Entwicklung kommt. Bei im Sortiment des Versuchsfeldes des Institutes für Pflanzenzüchtung und Pflanzenbau in Weißenstephan während drei Jahren gemachten Beobachtungen zeigte sich, daß die Koleoptylenknospe am häufigsten zur Entwicklung kommt bei S.-Gerste und S.-Weizen, weniger oft bei Hafer und am seltensten bei S.-Roggen. Dieses Ergebnis deckt sich mit dem in den Gewächshausversuchen gefundenen, wobei sich W.-Weizen ähnlich wie S.-Weizen, W.-Roggen ähnlich wie S.-Roggen verhält. Innerhalb der Art traten große Sortenunterschiede auf. Es wird vermutet, daß dies in Beziehung steht mit dem physiologischen Ausreifungsgrad des Getreidekornes, in welchem die Koleoptylenknospe wahrscheinlich schon in der Anlage vorhanden ist. Die gezüchteten Sorten zeigten gegenüber den ungezüchteten keinen

Unterschied in der Häufigkeit des Koleoptylensprosses. Ein Beweis für die schwache Anlage dieser Knospe ist auch darin zu sehen, daß sich von den erschienenen Sprossen nur wenige zu Halmen entwickelten; besonders auffallend war dies beim Hafer. Der schwache Koleoptylensproß braucht verhältnismäßig lange Zeit, bis er aus der Erde hervorbricht. Unsere Untersuchungen ergaben, daß der Zeitraum zwischen Erscheinen des 2. und 3. Seitensprosses größer ist als der zwischen Hervortreten des Koleoptylen- und 2. Seitensprosses. Weiterhin spricht auch die Tatsache, daß bei den beobachteten S.-Weizen- und S.-Gerstenpflanzen die Ähre des Koleoptylensprosses später erscheint und auch später zum Blühen kommt als die des 2. Seitensprosses, dafür, daß er aus einer schwachen Anlage hervorgeht. Seine Minderwertigkeit wird schließlich noch durch Untersuchungen an reifen S.-Gerstenpflanzen bestätigt, wo er in allen wesentlichen Wertmerkmalen hinter dem 2. und 3. Seitensproß bedeutend zurücksteht.

Die Anlage des 2. und 3. Seitensprosses des Haupthalmes, die Schoute mit den Symbolen 12 und 13 belegt, erwies sich in den Gewächshausversuchen stärker als die des Koleoptylensprosses. Für Roggen ergibt sich ein Wertigkeitsmaximum bei 13; wahrscheinlich auch für Weizen. Für Hafer und Gerste liegt es im Durchschnitt bei 12.

Eingehend wurde der Verlauf der Bestockung und die Streckung der Halme (Erscheinen der Blattscheiden, Beendigung des Wachstums der Internodien, Hervortreten der Knoten und der Ähre), sowie das Aufblühen der Ähre beobachtet. Von der Tatsache ausgehend, daß bei der reifen Pflanze die später angelegten Halme sich nicht in jedem Falle im Aufbau vom Haupthalm unterscheiden, wurde auch der Einfluß der Temperatur auf die Streckung der Halme einer näheren Betrachtung unterzogen. Es konnte festgestellt werden, daß, wenn genügend Feuchtigkeit vorhanden ist, die Temperatur einen sehr großen Einfluß auf das Wachstum besitzt. Je nachdem nun die einzelnen Internodien günstige oder ungünstige Temperaturen während der Streckung zur Verfügung haben, werden sie länger oder kürzer. Deshalb kann nicht erwartet werden, daß die später angelegten Halme in jedem Einzelfalle einen anderen Aufbau haben als der Haupthalm. Daher wurde nur Durchschnittsergebnissen aus einer größeren Anzahl von Halmen Wert beigemessen. Der Verlauf der Bestockung ist bei den einzelnen Getreidearten unterschiedlich. Die drei Gewächs-

hausversuche wie auch die Beobachtungen auf dem Freiland des Versuchsfeldes zeigen für Gerste die größte Bestockungsenergie, d. h. bei ihr erscheinen die Seitensprosse am schnellsten von allen Getreidearten nach dem Hauptsproß. Auf diese Tatsache ist es auch zurückzuführen, daß bei reifen Gerstenpflanzen die Seitenhalme in den verschiedenen Wertmerkmalen, wie Ährengewicht, Halmgewicht, relativem Halmgewicht usw. gegenüber dem Haupthalm nicht so weit zurückstehen wie bei den anderen Getreidearten. Besonders bei S.-Gerste hätte man wegen der kurzen Wachstumszeit erwartet, daß die später angelegten Halme verhältnismäßig schwächer sind als bei W.-Weizen. Bei W.-Gerste besteht, wenn man von dem Ergebnis nur einer Sorte absieht, fast kein Unterschied zwischen dem Haupthalm und den ersten Seitenhalmen. Der schnelleren Bestockung bei S.-Gerste entspricht auch der Verlauf der Streckung. Hierin stehen die später angelegten Halme nicht so stark zurück wie bei S.-Weizen und Hafer.

In einem Gewächshausversuch wurde festgestellt, daß bei W.-Roggen die Bestockung schneller erfolgt als bei W.-Weizen. Nach den Beobachtungen auf dem Freiland standen auch während der Streckung die später angelegten Halme bei Roggen nicht so sehr dem Haupthalm nach wie bei Weizen. Demzufolge weist der Roggen bei den reifen Pflanzen im Durchschnitt keine so starke Minderwertigkeit der späteren Halme auf wie der Weizen.

Nach den Studien auf dem Versuchsfeld in den Jahren 1925 und 1929 hat S.-Gerste die größte, Hafer die geringste Bestockungsenergie; S.-Weizen hält sich nach nur im Jahre 1929 durchgeführten Beobachtungen in der Mitte zwischen beiden. Im gleichen Sinne verläuft die Streckung. Die später angelegten Halme bei Hafer hinken in der Entwicklung stärker nach als die bei S.-Weizen. Bei S.-Weizen bleiben sie hinwiederum stärker zurück als bei S.-Gerste. Daher konnte auch an den reifen Pflanzen festgestellt werden, daß bei S.-Gerste die später angelegten Halme in den einzelnen Wertmerkmalen bei weitem nicht so stark hinter dem Haupthalm zurückstehen wie bei S.-Weizen und Hafer.

Der Halmaufbau aller untersuchten Getreidearten steht in einer festen Beziehung zur morphologischen Stellung des Halmes. Die später angelegten Halme bilden in der Reihenfolge ihrer Entstehung am Haupthalm im Durchschnitt längere untere und kürzere obere Internodien aus als der Haupthalm. Auch die Internodienzahl nimmt in der gleichen Richtung etwas ab. Bei den Seiten-

halmen scheint anormaler Halmaufbau häufiger zu sein als beim Haupthalm.

Bei einigen Getreidearten konnten die Untersuchungsergebnisse der gezüchteten Sorten mit jenen der ungezüchteten verglichen werden. Dabei ergab sich fast immer, daß bei ersteren die Minderwertigkeit der Seitenhalme bei weitem nicht so groß ist wie bei letzteren. Es scheint also eine züchterische Beeinflussung des Wertverhältnisses zwischen Haupt- und Seitenhalm möglich zu sein.

Hafer wies gegenüber den anderen Getreidearten die Eigentümlichkeit auf, daß das Rispengewicht der später angelegten Halme stärker abnahm als das Halmgewicht. Daher verschlechtert sich bei ihm das Rispen-Halmverhältnis der Seitenhalme, während sich bei den anderen Getreidearten das Ähren-Halmverhältnis der Nebenhalmes mitunter sogar verbessern kann.

In pflanzenbaulicher Hinsicht gibt die vorliegende Arbeit folgende Fingerzeige: Bei W.-Gerste ist in einem normal bestockten Bestande ein Ertragsausfall durch die Seitenhalme nicht zu befürchten. Auch bei W.-Roggen dürfte er sich in mäßigen Grenzen halten, während er für W.-Weizen etwas größer sein wird. Bei S.-Gerste wird eine mäßige Bestockung im Bestande nicht von Nachteil sein, da bei ihr die später angelegten Halme weniger hinter dem Haupthalm zurückstehen als bei W.-Weizen und sogar bei W.-Roggen. Dagegen ist bei S.-Weizen und Hafer durch entsprechende Wahl des Aussaatquantums auf gering bestockte Bestände hinarbeiten, da bei diesen beiden Getreidearten die Seitenhalme stark hinter dem Haupthalm zurückbleiben.

In pflanzenzüchterischer Beziehung wurde die Tatsache erwiesen, daß der Koleoptylsproß schon in der Anlage schwach ist und häufig nicht zur Entwicklung kommt. Wenn ein Halm daraus erwächst, so trägt dieser gewöhnlich eine schwächere Ähre als der 2. Seitenhalm des Haupthalmes. Ob es sich vom Ertragsstandpunkt aus lohnt, auf Pflanzen mit wenig entwicklungsfähigen Koleoptylsprossen zu züchten, müßten weitere Versuche erst ergeben. — Es scheint möglich zu sein, das Wertverhältnis zwischen Haupt- und Seitenhalmen durch Züchtung zu verbessern. — Wertvoll ist auch die Erkenntnis, daß die Seitenhalme einen anderen Halmaufbau aufweisen als der Haupthalm. Zu Untersuchungen über

den Halmaufbau verschiedener Getreidesorten wären also immer Halme gleicher morphologischer Stellung heranzuziehen. Auch dann können nur Durchschnittswerte von vielen Halmen zu einem Ergebnis führen, weil der Einfluß der Witterung, wie gezeigt werden konnte, sehr groß ist.

Literatur.

1. Edler, Arbeiten der D.L.G., Heft 84, 1903 und Heft 114, 1906.
2. Edler, Welchen Wert hat die Bestockungsfähigkeit der Getreidesorten? Fühlings landw. Zeitung 1900, S. 850.
3. König, Morphologische Studien über den Bau des Getreidehalmes. Diss. Angewandte Botanik, Bd. X, Heft 6.
4. Kraus, Beiträge zur Pflanzenzucht II, S. 21.
5. —, Die Gliederung des Gersten- und Haferhalmes und deren Beziehungen zu den Fruchtständen. Stuttgart 1906.
6. —, Die Lagerung der Getreide. Stuttgart 1908.
7. Lang, Deutsche landw. Presse 1905, Nr. 31 und 32.
8. Lippoldes, Welchen Wert hat die Bestockungsfähigkeit des Getreides? Diss. Jena 1903.
9. Niggel, E., Untersuchungen über die Wachstumsvorgänge bei den Getreiden unter dem Einflusse verschiedener Saattiefen. Vierteljahresschrift des Bayerischen Landwirtschaftsrates 1907.
10. Nowacki, Anleitung zum Getreidebau. Berlin 1911.
11. Rimpau, Untersuchungen über die Bestockung des Getreides. Landw. Jahrbücher 1903, S. 317.
12. Röhrig, Über den Einfluß der Bestockung, Halmlänge und Halmknotenzahl auf das Ährengewicht verschiedener Getreidesorten. Illustr. landw. Zeitung 1902, S. 435.
13. v. Rümker, Erster Bericht über das Versuchsfeld Rosenthal. 1904 bei Parey.
14. Schmidt, O., Über den Entwicklungsverlauf bei Getreide. Landw. Jahrbücher 1913, 45. Bd.
15. Schoute, Die Bestockung des Getreides. Amsterdam 1910.
16. Schribaux, Journal d'Agrikulture pratique. Übersetzung von Rimpau, Experimentelle Untersuchungen über die Bestockung des Getreides. Landw. Jahrbücher 1900, S. 589.
17. Schwarz, Untersuchungen über die Bedeutung des Getreidehalmes als züchterisches Leistungskennzeichen. Diss. Bonn 1925.
18. Sperling, Illustr. landw. Zeitung 1905, S. 401.

Temperaturen und Niederschläge.

	Mittlere Temperatur in °C			Niederschlagsmenge in mm		
	1925	1926	1929	1925	1926	1929
April . . .	8,3	10,0	8,1	90,4	57,8	50,1
Mai . . .	13,8	11,9	14,5	45,7	98,5	43,7
Juni . . .	16,3	14,3	16,7	48,2	187,0	85,0
Juli . . .	18,2	17,9	20,4	112,7	160,3	121,8 ¹⁾

Tagestemperaturen und -niederschläge im Jahre 1929.

Mai	°C	mm	Juni	°C	mm	Juli	°C	mm
10.	9,8	—	1.	15,5	—	1.	18,7	8,1
11.	11,7	—	2.	20,3	—	2.	20,1	13,8
12.	12,8	—	3.	19,1	—	3.	22,8	—
13.	14,0	8,2	4.	15,7	—	4.	22,7	—
14.	16,3	—	5.	11,1	5,2	5.	20,7	9,3
15.	11,4	2,6	6.	11,4	14,6	6.	20,2	0,8
16.	10,7	8,9	7.	16,2	15,3	7.	13,5	14,1
17.	11,3	5,3	8.	15,3	5,9	8.	12,6	10,8
18.	10,7	4,2	9.	15,6	2,6	9.	12,8	—
19.	11,1	2,6	10.	18,4	1,2	10.	15,5	—
20.	11,0	—	11.	18,5	—	11.	18,4	—
21.	13,0	—	12.	16,9	—	12.	18,8	—
22.	14,4	—	13.	18,1	6,7	13.	21,9	—
23.	16,3	—	14.	20,3	7,4	14.	21,4	14,4
24.	19,0	—	15.	15,5	2,8	15.	20,8	—
25.	20,0	—	16.	21,4	1,7			
26.	22,3	—	17.	20,2	—			
27.	22,9	—	18.	20,5	—			
28.	19,2	—	19.	21,0	—			
29.	18,2	—	20.	21,3	—			
30.	17,7	2,2	21.	17,9	—			
31.	17,1	5,2	22.	14,6	—			
			23.	15,7	1,1			
			24.	13,4	9,2			
			25.	11,6	7,2			
			26.	13,6	—			
			27.	13,4	—			
			28.	14,0	—			
			29.	16,3	—			
			30.	16,8	4,1			

¹⁾ Hiervon 60,5 vom 27.—31.

Verzeichnis der im Jahre 1929 beringten Getreidesorten.

1. W.-Roggen.

Nr. 1 Petkuser; 2 Salzmünder Sturm; 3 Fichtelgebirgsroggen; 4 Landroggen Feichtmeier-Hollerstetten.

2. W.-Weizen.

Nr. 1 *Trit. dicoccum atratum* Halle; 2 *Trit. durum leucurum* Ackbassak; 3 *Trit. turgidum dinurum Fucense semiduro*, Perugia; 4 *Trit. spelta*, Kolbendinkel, *album*, Erfurt.

Trit. vulgare.

5 Wetterauer Fuchs, Halle; 6 Mährischer 38; 7 Lauf K; 8 Lauf R.

Zuchtsorten.

9 Krafts Siegerländer; 10 Criewener 104; 11 Langs Trubilo; 12 Strubes Stocken; 13 Strubes Dickkopf; 14 Mauerner.

3. S.-Weizen.

Nr. 1 *Trit. monococcum vulgare*, spät, Halle; 2 *Trit. durum, hordeiforme*, Realforte di Sicilia; 3 *Trit. spelta*, Kolbendinkel, *album*, Erfurt.

Zuchtsorten.

4 Schlesischer Grannen; 5 Zimbern; 6 Janetzki; 7 v. Rümkers Stamm 2.

4. S.-Gerste.

Nr. 1 Xeromorphe zweizeilige begr. Gerste, nutans A Tiflis; 2 mesomorphe vierzeilige Gerste, rötlichhöhrig D Heine; 3 mesomorphe vierzeilige Gerste, Koch A.

Zuchtsorten.

4 Heines Goldthorpe; 5 Lohnauer (C-Form); 6 Isaria; 7 Hado; 8 R 40; 9 Müller; 10 Pflugs Extensiv; 11 Friedrichs Hanna.

5. Hafer.

Nr. 1 Schwarzhaf, übermäßig spätreif mit Weitrispe A 3 h O; 2 Weißhafer, frühreif mit Schlaß- bis Weitrispe, Waldler; 3 Weißhafer, frühreif mit Schlaß- bis Weitrispe, Fichtelgebirges N 4; 4 Weißhafer, sehr spätreif mit Steifrispe, Kulisch 112 C; 5 Gelbhafer, frühreif, mit Sperr- bis Buschrispe, Dollar 1; 6 Gelbhafer, spätreif, mit Busch- bis Steifrispe, Reinhardt 240.

Zuchtsorten.

7 Strubes Schlanstedter Weiß; 8 Lohmanns Beseler II; 9 Hohenheimer 5; 10 Kleykönig; 11 Svalöfs Goldregen; 12 Petkuser Gelb; 13 Pflugs Früh.

6. W.-Gerste.

Nr. 1 Eckendorfer

Cytologische Untersuchungen über F_1 der Rassen- und Artbastarde des Weizens.

Von

B. A. Wakar.

(Cytologisches Laboratorium der Westsibirischen Versuchsstation, Omsk.)

Mit 39 Abbildungen.

I. Einführung.

Die Rassen- und Artbastarde wurden bereits öfters vom cytologischen Standpunkte aus von mehreren Autoren untersucht. Besonders ist die Arbeit des japanischen Forschers H. Kihara (1924) über das Studium des Chromosomenverhaltens bei den Artbastarden des Weizens hinreichend bekannt. Dem cytologischen Studium der Weizenbastarde sind auch andere Arbeiten gewidmet, die von folgenden Autoren durchgeführt wurden: Aase, H. (1930), Bleier, H. (1930), Jenkins, J. A. and Thompson, W. P. (1930), Kihara, H. and Nishiyama, I. (1928), Longley and Sando (1930), Melbourne, M. C. and Thompson, W. P. (1927), Sax, K. (1922, 1927), Sax, K. and Gaines, E. F. (1924), Thompson, W. P. (1926, 1927), Thompson, W. P. and Cameron, D. K. (1928), Thompson, W. P. and Robertson, H. T. (1930), Watkins, A. E. (1927, 1930), Wakar, B. A. (1929), Sapegin, A. A. und Sapegin, L. A. (1928).

Alle erwähnten Verfasser haben den Lauf der Meiosis in den Pollenmutterzellen und in der Eizelle, oder nur in den Pollenmutterzellen der ersten und auch der folgenden Generationen der Art- und Rassenbastarde des Weizens studiert; die Arbeit wurde über das Studium des Chromosomenverhaltens durchgeführt bei den Kombinationen, die als Ergebnis der Kreuzung zwischen den Vertretern verschiedener Arten und Varietäten entstanden sind. Diese Untersuchungen zeigten eine Reihe von Unregelmäßigkeiten im Laufe der Meiosis, wie zum Beispiel das Fehlen der Konjugation zwischen den Chromosomen, das Vorhandensein der Univalenz, das Zurückbleiben der Chromosomen, das Abwerfen der Chromosomen in das Plasma, die Bildung von mehrzelligen Tetraden, von Mikronuklei usw. Aber alle diese Unregelmäßigkeiten können in ein

bestimmtes Schema gebracht werden, und ein jeder Verfasser versuchte, eine solche Übersicht zu geben. Zuweilen war eine Verschiedenheit der Ansicht in den diesbezüglichen Zusammenstellungen zu beobachten, die wahrscheinlich davon abhängig war, daß die verschiedenen Verfasser mit verschiedenen Bastardkombinationen gearbeitet haben. Im großen und ganzen jedoch war mit einer geringen Ausnahme (Sapegin, A. A., 1928) in den Hauptpunkten Übereinstimmung erzielt.

II. Material und Methode.

Die vorliegende Arbeit ist dem Studium eines komplizierten Bastardes gewidmet, der durch die Kreuzung einer reinen Linie aus der Versuchsstation in Saratoff (*Triticum vulgare lutescens* 062) mit einem harten unbegannnten blauährigen Weizen aus einer Kreuzung der Versuchsstation in Krasnojarsk (1924) zwischen *Triticum durum coerulescens* und *Triticum vulgare nigrum* gewonnen wurde. Der erwähnte komplizierte Bastard, der in der vorliegenden Arbeit beschrieben wird, wurde im Jahre 1927 erzielt, aber die Körner dieses Bastardes wurden erst im Frühjahr 1930 ausgesät. Gleichlaufend mit dem Studium dieses Bastardes wurde zum Vergleich eine cytologische Untersuchung über F_1 außerdem noch mit folgenden Bastarden durchgeführt:

- a) *Triticum vulgare lutescens praecox* \times *Triticum durum hordeiforme* A. 940, aus der Versuchsstation in Krasnojarsk.
- b) *Triticum persicum fuliginosum* \times *Triticum durum hordeiforme* A. 940, aus der Versuchsstation in Krasnojarsk.
- c) *Triticum vulgare milturum* 0321 \times *Triticum vulgare albidum* 0721 von dem Versuchsfelde des Sibirischen Landwirtschaftlichen Instituts.

Der erste Bastard (a) stellt eine Kombination aus den Vertretern zweier verschiedener Weizenarten mit verschiedener Chromosomenzahl dar, der zweite (b), auch ein Artbastard, wurde aber als Ergebnis der Kreuzung zwischen den Eltern mit gleicher Chromosomenzahl erhalten, und der dritte Bastard (c) entstand aus der Kreuzung von zwei verschiedenen Rassen einer und derselben Art, muß also ein Rassenbastard genannt werden.

Der komplizierte Bastard stellte in F_1 einen Typ dar, der sich an *Triticum durum* annäherte, hatte aber keine Grannen und auch die Ähre war lockerer.

Dasselbe gilt für F_1 des Bastardes *Triticum vulgare lutescens* *praeco*x \times *Triticum durum hordeiforme* A. 940. Was aber F_1 des Bastardes *Triticum persicum* \times *Triticum durum* anbetrifft, so besaß er eine Zwischenstellung. Seine Ähre war beinahe ebenso dicht, wie bei *Triticum durum*; an den Deckspelzen ging der Zahn an den unteren Ährchen der Ähre in grannenartige Ausspitzung über und im oberen Teil der Ähre stellte er eine echte lange Granne dar. Dieses Merkmal erhielt der Bastard ohne Zweifel von *Triticum persicum*. Der Rassenbastard zwischen zwei *Vulgare*-Weizen trug alle Züge von *Triticum vulgare*.

Die Kreuzung zwischen *Triticum vulgare lutescens* 062 und dem Bastard vom Typ des unbegannnten harten Weizens wurde mit Absicht zur Verkürzung der Vegetationsperiode des harten unbegannnten Weizens unternommen, was für Krasnojarsk mit seinem kurzen Sommer von großer Bedeutung ist.

Denselben Zweck verfolgte auch die Kreuzung *Triticum vulgare lutescens praeco*x \times *Triticum durum hordeiforme* A. 940. Es ist bekannt, daß *Triticum vulgare lutescens praeco*x sehr frühreif ist, und es ist möglich, bei den Bastarden aus der Kreuzung dieser Form mit dem harten Weizen eine bedeutende Abkürzung der Vegetationsperiode zu erwarten. Die Rasse *lutescens praeco*x ist ganz eigentümlich. Sie besitzt eine kleine, vergleichsweise dichte Ähre, kleine Körner, und ist von kleinem Wuchse. In Verbindung mit ihrer morphologischen Organisation ist es interessant, das Verhalten der Chromosomen bei ihren Bastarden zu untersuchen. Schließlich wurde die Untersuchung der cytologischen Vorgänge des Rassenbastardes *Triticum vulgare milturum* 0321 \times *Triticum vulgare albidum* 0721 auch wegen der Kontrolle für den Vergleich durchgeführt. Einen Anlaß dazu gab die Arbeit von Thompson, W. P. and Robertson, H. T. (1930), die zeigten, daß sogar bei den Kreuzungen zwischen Arten mit gleichen Chromosomenzahlen eine bedeutende Unregelmäßigkeit im Verhalten der Chromosomen vorkommen kann. Wir gingen noch weiter und beschlossen, die Qualität und Quantität der Unregelmäßigkeiten in F_1 bei den Rassenbastarden zu bestimmen, um dann zu beurteilen, inwiefern die weiter entfernten Kreuzungen von diesem Standard abweichen. Der Bastard *Triticum persicum* \times *Triticum durum* wurde zur Untersuchung ausgewählt, um die Frage zu klären, ob die Rassenbastarde wesentliche Unterschiede zeigen im Verhalten der Chromosomen im Vergleich zu solchen Artbastarden, die aus einer Kreuzung zwischen

den Eltern verschiedener Arten, aber mit gleicher Chromosomenzahl, entstanden sind.

Das Untersuchungsmaterial wurde uns von dem Vorsteher der Selektionsabteilung der Versuchsstation in Krasnojarsk, K. P. Muischnek, geliefert, dem wir hiermit unseren Dank ausdrücken. Die Bastardierungen zwischen den Rassen *Triticum vulgare milturum* 0321 \times *Triticum vulgare albidum* 0721 hat die Praktikantin des Versuchsfeldes des Sibirischen Landwirtschaftlichen Instituts, A. D. Ochotnikowa, durchgeführt. Es wurde ausschließlich der Lauf der Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen der untersuchten Bastarde verfolgt. Die Ähren von F_1 wurden unmittelbar vor dem Austreiben nach Carnoy (6 Teile absoluter Alkohol, 3 Teile konz. Essigsäure und 1 Teil Chloroform) im Laufe von 24 Stunden fixiert. Dann wurde das Material zweimal in absolutem Alkohol durchgewaschen, durch Xylol in Paraffin gebracht und mit dem Mikrotom auf 18 Mikron geschnitten. Die Färbung wurde mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain vollzogen und lieferte sehr gute Ergebnisse. Die Teilungsfiguren wurden mit dem Zeichenapparat von Reichert bei 3450 facher Vergrößerung gezeichnet.

III. Das Verhalten der Chromosomen in den Bastarden.

1. Der Bastard h/767 (aus der Kreuzung im Jahre 1927) von *Triticum vulgare lutescens* 062 \times Bastard 1061/428 *Triticum durum Talanovi* (*Triticum durum coerulelescens* \times *Triticum vulgare nigrum*, aus der Kreuzung im Jahre 1924).

Alle beobachteten Metaphasen der heterotypischen Teilung hatten immer in der Polansicht 21 deutliche Chromosomen. Es war aber nicht leicht, mitten unter ihnen die Univalenten zu unterscheiden: doch kann man annehmen, wie es auch aus den Arbeiten anderer Verfasser hervorgeht, daß hier 14 Bivalente und 7 Univalente vorhanden sind (Abb. 1). Auf der Abb. 2 ist eine Seitenmetaphase der Reduktionsteilung mit 7 abgeworfenen Chromosomen dargestellt. Sie haben das Aussehen von Univalenten und beweisen, daß die 14 Chromosomen der Elternarten in die Konjugation eintraten und 14 Bivalente bildeten, und die 7 Chromosomen von *Triticum vulgare*, da sich keine Partner fanden, univalent blieben und in der Richtung der Pole abgeworfen wurden. Nach Kihara (1924) nehmen die 14 Bivalente während des

Stadiums der Metaphase die Äquatorialfläche ein, verteilen sich hier auf die Komponente, aus welchen sie zusammengestellt waren, die jetzt zu den entgegengesetzten Polen auseinandergehen. Bis zu diesem Augenblick waren die Univalenten über die Spindel zerstreut, jetzt aber nehmen sie die Äquatorialfläche ein, wo ihre Längsspaltung stattfindet, wonach die Längshälften der Univalenten sich nach den entgegengesetzten Polen richten. Sie streben dorthin, um mit den bereits zusammengebalnten Komponenten der Bivalenten zu verschmelzen. Wenn wir uns auf diesen Standpunkt stellen würden, so müßten wir glauben, daß die univalenten Chromosomen auf der Abb. 2, die über die Spindel zerstreut sind, nach der Äquatorialfläche streben, und auch diese einnehmen werden, nachdem sie von den Bivalenten frei wird. Aber auf



Abb. 1.

Polansicht der Metaphase der heterotypischen Teilung bei F_1 von dem Bastarde $h/767$ (21 Chromosomen).

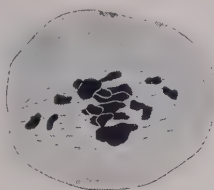


Abb. 2.

Seitenansicht der Reduktionsteilung mit 7 abgeworfenen Chromosomen bei F_1 von dem Bastarde $h/767$.



Abb. 3.

Seitenansicht der Anaphase der heterotypischen Teilung mit 7 univalenten Chromosomen bei F_1 von dem Bastarde $h/767$.

Grund unserer eigenen Beobachtungen und auch anderer Verfasser (z. B. Longley and Sando, 1930) wäre es richtiger, zu denken, daß diese über die Spindel zerstreuten Chromosomen nicht die Äquatorialfläche einzunehmen streben, im Gegenteil, als zu den Polen voranlaufende, oder sogar abgeworfene Chromosomen erscheinen.

Dieselben 7 univalenten Chromosomen können oft in den Anaphasen der ersten Teilung beobachtet werden (Abb. 3). Sie erscheinen hier als zwischen den beiden Polen wandernde Chromosomen, wobei sie, ohne sich verteilt zu haben, mit ihren beiden Hälften nach den Polen gerichtet sind. Die Abb. 4 stellt eine ungeordnete Bewegung der Chromosomen zu den Polen hin während der Anaphase dar. In dem linken Teil der Zelle ist ein ins Plasma

herausgeworfenes Fragment eines Chromosoms zu sehen. Die Zahl der in Anaphase zurückbleibenden Chromosomen ist aber nicht immer gleich 7. Oft sind ihrer bedeutend mehr. Als Beispiel solcher Anaphasen kann die Anaphase auf der Abb. 5 dienen. Hier ist die Zahl der zurückgebliebenen Chromosomen gleich 13, und außerdem sind noch 2 ins Plasma abgeworfene Chromosomen zu sehen. Man muß beachten, daß die meisten von den zurückgebliebenen Chromosomen, richtiger alle außer den ins Plasma abgeworfenen, als ganze Univalente erscheinen, das heißt nicht in zwei Hälften gespalten. Dabei ist ihre Verteilung auf die beiden entgegengesetzten Pole ganz zufällig. In bezug auf die ins Plasma abgeworfenen Chromosomen ist es schwer zu sagen, ob sie ganze



Abb. 4.

Seitenansicht der Anaphase der heterotypischen Teilung desselben Bastardes. Eine ungeordnete Bewegung der Chromosomen zu den Polen.

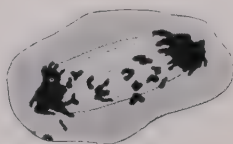


Abb. 5.

Seitenansicht der Anaphase der heterotypischen Teilung desselben Bastardes. Die Zahl der zurückgebliebenen Chromosomen beträgt $13 + 2$ ins Plasma abgeworfene Chromosomen.

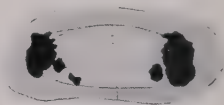


Abb. 6.

Seitenansicht der Telophase der heterotypischen Teilung desselben Bastardes. Zwischen den Polen sind auf der Spindel nicht einschließende Verdichtungen des Chromatinstoffes.

Chromosomen sind, oder nur Teile der Chromosomen. Die große Zahl der Univalenten muß durch das Fehlen der Konjugation zwischen einigen aus den 14 gewöhnlich konjugierenden Chromosomen erklärt werden. Die Telophasen der ersten Teilung sind auch oft unregelmäßig. Schon nach der Bildung der Scheidewand zwischen den Polen sind auf der Spindel selbständig existierende Verdichtungen des Chromatinstoffes zu sehen (Abb. 6). Oft aber sind die Telophasen der heterotypischen Teilung ganz regelmäßig (Abb. 7 und 8).

Die homoeotypische Teilung verläuft auch gewöhnlich mit einer Reihe von Abweichungen. In den Anaphasen wird oft eine große Zahl zurückbleibender Chromosomen beobachtet. So sehen wir in der linken Zelle auf der Abb. 9 acht zurückgebliebene Chromo-

somen und ein hinter den oberen Pol vorangelaufenes. Das gleiche Zurückbleiben der Chromosomen ist auch auf der Abb. 10 zu sehen, wo die Chromosomen sich durch ihre verlängerte Form den somatischen annähern.

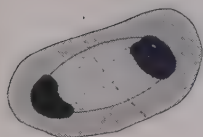


Abb. 7.
Seitenansicht der Telo-
phase der ersten Teilung
desselben Bastardes.
Eine regelmäßige Figur.

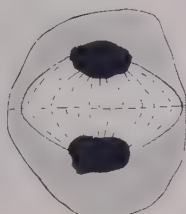


Abb. 8.
Seitenansicht der Telo-
phase I desselben Ba-
stardes. Eine regel-
mäßige Figur.



Abb. 9.
Seitenansicht der Telo-
phase der homoeotypi-
schen Teilung desselben
Bastardes. Zurückblei-
bende Chromosomen.

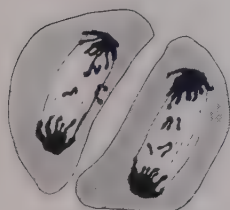


Abb. 10.
Seitenansicht der Ana-
phase der homoeotypi-
schen Teilung. Zurück-
bleibende Chromosomen.
Bastard h_{767} .

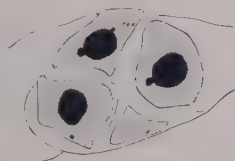


Abb. 11.
Eine unregelmäßige Te-
tradenbildung desselben
Bastardes.

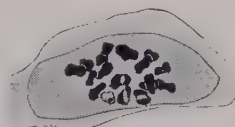


Abb. 12.
Polansicht der Metaphase
I mit 21 Chromosomen.
Der Bastard $h_{1/738}$.

Was die Tetradenbildung betrifft, so ist eine große Zahl von richtigen Tetraden zu beobachten, doch trifft man auch nicht selten Tetraden, die aus drei oder fünf Zellen ungleicher Größe bestehen, wobei manchmal ein Stück Plasma ohne Kern abgeschnitten wird (Abb. 11). Ein Teil der Pollenkörner sieht ganz normal aus, doch gibt es auch viele eckige, geschrumpfte Pollenkörner, was auf ihre Sterilität hinweist.

Die Untersuchung eines „Stufenbastardes“ spricht also dafür, daß eine wiederholte Bastardierung die Unregelmäßigkeiten des

Verlaufes der Meiosis der Pollenmutterzellen gar nicht vermindert, eher sogar im Gegenteil vergrößert. Natürlich ist es im Laufe der cytologischen Prozesse nicht gleichgültig, wie die wiederholte Bastardierung durchgeführt wird. Im gegebenen Falle hat der Anfangsbastard das Aussehen von *Triticum durum* bekommen, besaß 28 Chromosomen ($2n$) und wurde mit der reinen Linie *Triticum vulgare* gekreuzt ($2n = 42$). Der Unterschied in der Chromosomenzahl verursachte offenbar die oben beschriebenen Unregelmäßigkeiten. Diese Unregelmäßigkeiten waren, wie es scheint, zahlreicher als bei den gewöhnlichen pentaploiden Weizenbastarden, dessen Eltern nicht Bastarde, sondern reine Linien sind. Es ist sehr wahrscheinlich, daß solches Erhöhen der Zahl von Unregelmäßigkeiten in dem untersuchten komplizierten pentaploiden Weizenbastard und selbst die Größe dieser Unregelmäßigkeiten von dem Fehlen des Gleichgewichts zwischen den Chromosomen im Satze eines von den Eltern, nämlich im Bastard von dem Typ *Triticum durum*, abhängt. Dieser Bastard wurde im Stadium von F_3 gekreuzt, wo die unbalanzierten Chromosomensätze noch sehr leicht vorhanden sein können. Wenigstens die Untersuchung über F_7 der Bastarde zwischen *Triticum vulgare* und *Triticum durum*, welche wir im Jahre 1930 durchgeführt hatten (B. A. Wakar 1932) hat eine Reihe von Unregelmäßigkeiten im Laufe der Reduktionsteilung ergeben, ungeachtet dessen, daß die untersuchten Bastarde schon zu der siebenten Generation gehörten und als konstant bezeichnet wurden. Desto mehr ist das Vorhandensein von Abnormalitäten und folglich vom Fehlen des Gleichgewichts zwischen den Chromosomen in F_3 des pentaploiden Weizenbastardes zu erwarten. Und gerade solch ein Bastard diene als eine der Elternformen für den untersuchten komplizierten Bastard. Es wurde aber keine unmittelbare Untersuchung über die chromosomalen Beziehungen in der Elternform F_3 des pentaploiden Weizenbastardes von uns unternommen, da uns das Material fehlte.

2. Der Bastard h 1/738 aus der Kreuzung von *Triticum vulgare lutescens praecox* \times *Triticum durum hordeiforme* A. 940 im Jahre 1927 auf der Versuchsstation in Krasnojarsk.

Das ist ein pentaploider Artbastard des Weizens, der nach dem Verlaufe der Reduktionsteilung seiner Pollenmutterzellen an den vorangehenden Bastard erinnert, doch ist die Zahl der Abweichungen

in diesem Bastard geringer, auch sind sie qualitativ nicht so scharf ausgedrückt. In der Polansicht der Metaphasen ist es gewöhnlich leicht, 21 Chromosomen zu zählen. Die Univalenten sind hier schwer von den Bivalenten zu unterscheiden, sie sind viel leichter und genauer in den Seitenmetaphasen und Anaphasen zu beurteilen. Die Abb. 12 stellt eine Polansicht der Metaphase mit 21 Chromosomen dar, die Abb. 13 eine Seitenmetaphase. Hier kann man 14 bivalente Chromosomen, die zusammen das Aussehen von einem Gürtel haben, zählen und auch 7 über die Spindel zerstreute univalente Chromosomen. Also 14 Chromosomen von *Triticum vulgare* konjugieren hier mit 14 Chromosomen von *Triticum durum*

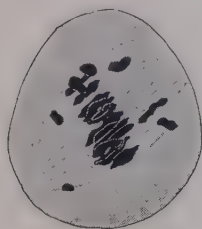


Abb. 13.

Seitenansicht der Metaphase der heterotypischen Teilung bei F_1 von dem Bastarde $h^1/138$.

7 über die Spindel zerstreute univalente Chromosomen.

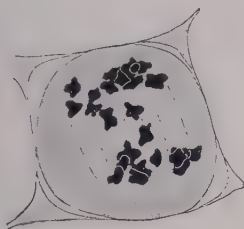


Abb. 14.

Seitenansicht der Anaphase I desselben Bastardes. Zurückbleibende Chromosomen.

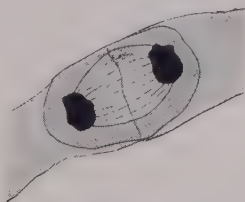


Abb. 15.

Seitenansicht der Telophase der heterotypischen Teilung desselben Bastardes. Eine regelmäßige Figur.

und bilden 14 Bivalente und die übrigen 7 Chromosomen von *Triticum vulgare* bleiben einzeln. Gute Figuren der Anaphasen haben wir in unserem Material nicht getroffen. Auf der Abb. 14 sieht man eine Anaphase mit zurückbleibenden Chromosomen und ihre unregelmäßige Bewegung nach den Polen, aber diese Figur ist abgeschnitten und gibt keine genaue Vorstellung über die wirkliche Erscheinung.

Die Telophasen der heterotypischen Teilung sind manchmal regelmäßig (Abb. 15 und 16), manchmal aber kann man die Telophasen mit selbständigen Chromatinverdichtungen nicht weit von den Polen und mit Chromatinkörperchen (Fragmente der Chromosomen?) außer der Spindel, im Plasma, beobachten (Abb. 17).

Die Anaphasen der zweiten Teilung sind oft regelmäßig oder fast regelmäßig, aber auch nicht selten kann man zwischen den Polen zurückgebliebene Chromosomen von einer verlängerten Form beobachten, die den somatischen Chromosomen ähnlich sind (Abb. 18).

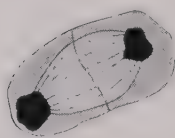


Abb. 16.

Seitenansicht der Telophase der ersten Teilung desselben Bastardes. Eine regelmäßige Figur.

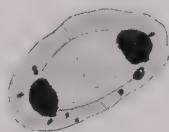


Abb. 17.

Seitenansicht der Telophase der ersten Teilung desselben Bastardes mit Chromatinverdichtungen nicht weit von den Polen und mit Chromatinkörperchen außerhalb der Spindel im Plasma.



Abb. 18.

Seitenansicht der Anaphase der zweiten Teilung desselben Bastardes. Zurückbleibende Chromosomen.

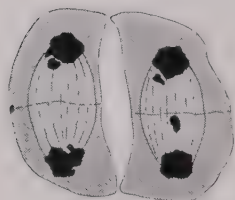


Abb. 19.

Zwei Telophasen der zweiten Teilung desselben Bastardes. Selbständige Chromatinverdichtungen in der Nähe der Pole und des Äquators.



Abb. 20.

Eine fünfzellige „Tetrade“ desselben Bastardes.

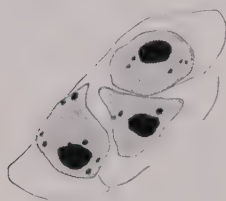


Abb. 21.

Eine dreizellige „Tetrade“ desselben Bastardes.

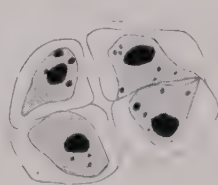


Abb. 22.

Eine vierzellige „Tetrade“ desselben Bastardes mit Mikronuklei.



Abb. 23.

Eine Tetrade desselben Bastardes mit Mikronuklei.

Die Telophasen der zweiten Teilung sind meistens regelmäßig, manchmal aber auch unregelmäßig. So kann man z. B. auf der Abb. 19 selbständige Chromatinverdichtungen in der Nähe der Pole und des Äquators sehen. Ungeachtet dessen waren die Tetraden gewöhnlich regelmäßig und nur selten wurden fünf- oder dreizellige Tetraden beobachtet (Abb. 20 und 21). Mikronuklei sind häufig (Abb. 22 und 23). Die Mehrzahl der Pollenkörner sah ganz gesund aus und nur ein kleiner Teil war geschrumpft.

Obgleich die Unregelmäßigkeiten statistisch nicht studiert wurden, ist doch der allgemeine Eindruck von F_1 des Bastardes $h\ 1/738$ *Triticum vulgare lutescens praecox* \times *Triticum durum hordeiforme* A. 940 derart, daß seine Chromosomensätze besser balanciert sind, als es in dem oben erwähnten komplizierten Bastard *Triticum vulgare lutescens* 062 \times *Triticum durum* (*coerulescens* \times *nigrum*) der Fall ist.

3. Der Bastard $h\ 1/746$ aus der Kreuzung von *Triticum persicum fuliginosum* \times *Triticum durum hordeiforme* A. 940 im Jahre 1927 auf der Versuchsstation in Krasnojarsk.

Das ist ein Artbastard. Morphologisch besteht ein großer Unterschied zwischen den Arten *Triticum persicum* und *Triticum durum*. Die lockere Ähre von *Triticum persicum* nähert diese Art nach ihrem Aussehen an *Triticum vulgare*, und nur das Vorhandensein von langen echten Grannen auf den Deckspelzen läßt erkennen, daß er zu einer anderen Art gehört. Doch gibt es auch Rassen von *Triticum vulgare*, bei welchen die grannenartigen Anhängsel an den Deckspelzen eine vergleichsweise bedeutendere Größe von 4 cm und mehr erreichen (Wakar 1929), so daß auch in diesem Merkmale *Triticum persicum* mit *Triticum vulgare* eine Ähnlichkeit besitzt. Es ist aber bekannt (Wawiloff, N. I. und Jakuschkina, O. W. 1925), daß *Triticum persicum* sich schwer mit *Triticum vulgare* kreuzt und wenig fruchtbare Nachkommen gibt. Der Grund liegt darin, daß *Triticum persicum* eine andere Chromosomenzahl als *Triticum vulgare*, nämlich $2n = 28$ (A. G. Nikolaewa 1922—1923) besitzt; deshalb besitzt der Bastard zwischen diesen zwei Weizenarten stark unbalancierte Chromosomensätze und zeigt im Verhalten der Chromosomen alle Unregelmäßigkeiten, welche für die pentaploiden Weizenbastarde beobachtet wurden (Wakar 1929). Von der anderen Seite, wenn wir die Morphologie von *Triticum persicum* genau beachten, so finden wir Züge, welche

diesen Weizen gewissen *Triticum*-Formen aus der Reihe Emmer nähern. Das sind: Glasigkeit des Kornes, schwache Entwicklung des Schopfes auf seinem Ende, vergleichsweise scharfer Kiel und hinreichend dichter Halm.

Die Bastardierung von *Triticum persicum* mit *Triticum* aus der Reihe Emmer gelingt leicht, die Nachkommen sind normal fruchtbar (Wawiloff und Jakuschkina 1925). Die Reduktionsteilung verläuft im ganzen normal (Wakar 1929). In meiner oben erwähnten Arbeit wurde die Untersuchung über die Pollenmutterzellen des Bastardes *Triticum persicum* \times *Triticum dicoccum* durchgeführt. In der vorliegenden Arbeit ist der Bastard *Triticum persicum* \times *Triticum durum* genommen.

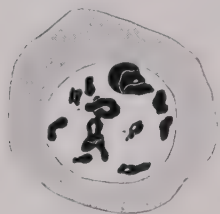


Abb. 24.

Diakinese bei F_1 von dem Bastarde $h^{1/746}$.
14 bivalente Chromosomen.

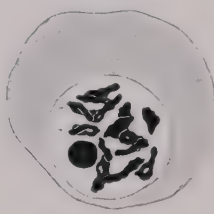


Abb. 25.

Diakinese desselben Bastardes.



Abb. 26.

Polansicht der Metaphase I desselben Bastardes. 14 bivalente Chromosomen.

In der Diakinese kann man 14 bivalente Chromosomen nachzählen, deren Mehrzahl einen geschlossenen Typ darstellt (Abb. 24 und 25), doch sind wenigstens zwei Chromosomen miteinander durch ihre Enden vereinigt („end to end“). Sie sind auf der Abbildung mit Pfeilen kenntlich gemacht. Die Frage, ob diese zwei bivalenten Chromosomen des offenen Typs in verschiedenen Pollenmutterzellen identisch sind oder nicht, ist noch nicht entschieden, doch kann man vermuten, daß es der Fall ist, weil nämlich zwei Bivalente mit der Form eines zu dem anderen mit ihren Enden angelegten Chromosoms sehr oft vorkommen.

Die Polansichten der Metaphasen zeigen sehr deutlich 14 bivalente Chromosomen (Abb. 26, 27 und 28). Sie haben eine ganz richtige Form, was für eine enge Affinität der Chromosomen von *Triticum persicum* und *Triticum durum* spricht, ungeachtet des Vorhandenseins von Bivalenten eines offenen Typs, die in der Diakinese beobachtet wurden. Bei der Betrachtung der Seiten-

metaphasen werden oft genug außer den regelmäßigen Figuren auch Figuren mit abgeworfenen Chromosomen angetroffen. So sehen wir auf der Abb. 29 11 am Äquator konzentrierte Chromosomen und 3 Chromosomen in der Nähe des unteren Pols der Zelle.



Abb. 27.

Polansicht der Metaphase der heterotypischen Teilung desselben Bastardes.



Abb. 28.

Polansicht der Metaphase der heterotypischen Teilung desselben Bastardes.



Abb. 29.

Seitenansicht der Metaphase I desselben Bastardes mit abgeworfenen Chromosomen.



Abb. 30.

Eine regelmäßige Telophase der ersten Teilung desselben Bastardes.



Abb. 31.

Eine regelmäßige Telophase I desselben Bastardes.



Abb. 32.

Polansicht der Metaphase der heterotypischen Teilung bei F_1 von dem Bastarde *Triticum vulgare milturum* 0321 \times *Tr. vulgare albidum* 0721 mit 21 bivalenten Chromosomen.

Die Erscheinung des Abwerfens der Chromosomen nach den Polen hin ist gewöhnlich für die Bastarde aus weiter entfernten Kreuzungen charakteristisch. Sie dient als Merkmal einer nicht genügenden Affinität zwischen den Chromosomen und vielleicht auch zwischen den Chromosomen und dem Plasma der Mutterpflanze, da die abgeworfenen Chromosomen nicht unbedingt univalent sind, sondern auch bivalent sein können, wie es auch im angegebenen Beispiel der Fall ist. Unregelmäßige Anaphasen gelang es uns nicht, an unserem Material zu beobachten, es hing wahrscheinlich davon ab, daß wir überhaupt sehr wenige Figuren der Anaphasen getroffen haben und diese waren meistens im Ablauf begriffen. Die Telophasen waren zahlreich und alle regelmäßig (Abb. 30 und 31).

Es spricht dafür, daß, obgleich in der Reduktionsteilung manche Unregelmäßigkeiten vorkommen, sie doch zum Schluß der Teilung völlig gelöst werden.

Es wurden niemals weder ins Plasma abgeworfene Chromosomen, noch abweichende Tetraden beobachtet, die Pollenkörner waren auch immer voll und gut ausgebildet. Also gibt die Artbastardierung *Triticum persicum* \times *Triticum durum* Bastarde mit gut balancierten Chromosomensätzen, was diesen Bastarden die Bildung von normalen Pollenkörnern und eine normale Fruchtbarkeit sichert.

4. Der Bastard *Triticum vulgare milturum* 0321 \times *Triticum vulgare albidum* 0721.

Die Rassenbastardierung gelingt gewöhnlich leicht und gibt fruchtbare Bastarde. In der Arbeit von Thompson und Robertson (1930) ist die Anzahl der Unregelmäßigkeiten während der Meiosis für die Rassenbastardierung zwischen den Weizenarten mit gleicher Chromosomenzahl angegeben. Für einige Kreuzungen ist der Prozentsatz der Unregelmäßigkeiten im Laufe der Reduktionsteilung sehr hoch, zum Beispiel für *Triticum durum* \times *Triticum dicoccum* ist er gleich 21,5%, für *Triticum vulgare* \times *Triticum compactum* — 34,8%, für *Triticum vulgare* \times *Triticum Spelta* 42%, für einige Kreuzungen aber ist er sehr niedrig, zum Beispiel für *Triticum durum* \times *Triticum persicum* (1,8%).

In der vorliegenden Kreuzung zwischen zwei Varietäten des *Vulgare*-Weizens ist die Anzahl der Unregelmäßigkeiten im Laufe der Meiosis verhältnismäßig sehr groß. Es wurden 10 Objektträger mit Schnitten genommen, und alle Figuren der Teilung nachgezählt, dann wurden unter ihnen auch die Figuren mit Unregelmäßigkeiten gezählt. Es ergab sich hierbei Folgendes: Richtige, regelmäßige Figuren 96; hiervon 19 Metaphasen, 53 Anaphasen und 24 Telophasen. Unregelmäßige Figuren 54; hiervon 35 Metaphasen, 14 Anaphasen und 5 Telophasen. Im ganzen wurden 150 Figuren durchgesehen, wovon demnach 36% unregelmäßig waren. Wenn man beachtet, daß der Prozentsatz der Unregelmäßigkeiten im Laufe der Meiosis für die reinen Arten aus der Reihe Emmer nach Thompson and Robertson (1930) je nach der Art von 0,5 bis 0,34, und für die Reihe *Spelta* von 4 bis 4,4 schwankt, so muß man gestehen, daß die Rassenbastardierung den Prozentsatz der Unregelmäßigkeiten schon bedeutend erhöht. Es ist merkwürdig,

daß dieser Prozentsatz bedeutend höher ist, als jener für die Artbastardierung *Triticum durum* \times *Triticum persicum*.

In der Polansicht der Metaphasen sind bei dem Bastard *Triticum vulgare milturum* 0321 \times *Triticum vulgare albidum* 0721 21 Chromosomen des bivalenten Typs zu zählen (Abb. 32). In den



Abb. 33.

Seitenansicht der Metaphase I desselben Bastardes. Eine unregelmäßige Figur.



Abb. 34.

Seitenansicht der Metaphase I desselben Bastardes. Eine unregelmäßige Figur.



Abb. 35.

Seitenansicht der Metaphase der ersten Teilung desselben Bastardes. Zwei abgeworfene bivalente Ringe.



Abb. 36.

Oberer Pol der Anaphase der ersten Teilung desselben Bastardes.



Abb. 37.

Seitenansicht der Anaphase I desselben Bastardes. Zurückbleibende Chromosomen.



Abb. 38.

Seitenansicht der späten Anaphase I desselben Bastardes. Zurückbleibende Chromatin-körperchen.



Abb. 39.

Eine regelmäßige Telophase der ersten Teilung desselben Bastardes.

Seitenmetaphasen sind oft Unregelmäßigkeiten, nämlich das Abwerfen der Chromosomen nach den Polen hin zu beobachten (Abb. 33, 34 und 35). Man muß beachten, daß in diesem Falle nicht die univalenten Chromosomen, welche hier gar nicht vorhanden sind, sondern die bivalenten abgeworfen werden; die Form der Chromosomen und ihr Aussehen z. B. die Ringe (Abb. 35) erlauben dies mit Sicherheit zu behaupten. Nach den Anaphasen kann man sich auch von der bivalenten Natur der Chromosomen in der Meiosis des untersuchten Bastardes überzeugen. Auf der Abb. 36, welche

den oberen Pol der Anaphase darstellt, kann man sehen, daß die Chromosomen eine geringere Größe, im Vergleich mit der Größe der Chromosomen in der Metaphase, besitzen (Abb. 32). In den Anaphasen beobachtet man oft das Zurückbleiben der Chromosomen (Abb. 37 und 38), die Telophasen sind aber gewöhnlich regelmäßig (Abb. 39). Die Pollenkörner sind auch normal ausgebildet.

IV. Allgemeines.

Die Rassen- und Artkreuzungen bekommen in der Selektion immer größere und größere Bedeutung. Die Kreuzungen zwischen den Rassen gelingen leicht und geben fruchtbare Nachkommen, obgleich im Laufe der Meiosis viele Unregelmäßigkeiten beobachtet werden. Diese Unregelmäßigkeiten sind aber nach ihrem Ausmaß nicht groß und werden in der Telophase der heterotypischen Teilung schon gelöst, wie wir es aus dem Beispiel des Bastardes *Triticum vulgare milturum* 0321 \times *Triticum vulgare albidum* 0721 sehen konnten. Die Kreuzungen zwischen den Arten des Weizens können verschiedenen Erfolg haben. Wenn die Arten mit gleicher Chromosomenzahl gekreuzt werden, so ist der Erfolg mehr oder weniger sicher, wenn auch vieles davon abhängt, welche Arten in die Bastardierung eintreten. So schwankte nach der Arbeit von Thompson and Robertson (1930) die Anzahl der Unregelmäßigkeiten im Laufe der Meiosis bei den Artbastarden zwischen den gleichchromosomigen Eltern in F_1 im Verhältnis zu den Elternarten sehr stark, nämlich von 1,8 bis 42%.

Wenn die Fruchtbarkeit solcher Bastarde dennoch normal erscheint, so muß das damit erklärt werden, daß die Unregelmäßigkeiten im Verhalten der Chromosomen nach ihrem Ausmaß nicht sehr groß waren und am Ende der ersten Teilung schon aufgelöst wurden. Unsere cytologischen Untersuchungen über F_1 des Bastardes *Triticum persicum* \times *Triticum durum* zeigten eine geringe Zahl von Unregelmäßigkeiten, auch waren diese Unregelmäßigkeiten von geringem Ausmaß. Nach Thompson and Robertson (1930) hatte solche Kreuzung die kleinste Anzahl der Unregelmäßigkeiten 1,8%. Dieser Umstand kann eine große Bedeutung für die Selektion haben. Es ist bekannt, daß *Triticum durum* hohe Forderungen an die Fruchtbarkeit des Bodens und an das Licht stellt und spätreifend ist; im Gegensatz dazu ist *Triticum persicum* anspruchslos bezüglich des Bodens, standhaft gegen Dürre und frühreifend. Die Bastarde zwischen diesen zwei Arten können in der

spaltenden Nachkommenschaft viele wertvollen Eigenschaften von *Triticum durum* behalten und auch sich die Frühreife und die Anspruchslosigkeit von *Triticum persicum* aneignen. Darauf haben schon N. I. Wawiloff und O. W. Jakuschkina (1925) hingewiesen.

Was die Weizenbastarde betrifft, die von den Eltern mit ungleicher Chromosomenzahl abstammen, so muß man sagen, daß mitten unter diesen Bastarden die größte Bedeutung für die Selektion ohne Zweifel die sogenannten pentaploiden Bastarde haben können. F_1 der pentaploiden Weizenbastarde besitzt $2n = 35$ Chromosomen. Diese Bastarde zeigen im Laufe der Meiosis eine große Anzahl Unregelmäßigkeiten und diese Unregelmäßigkeiten sind viel stärker und tiefer als bei den Weizenbastarden, welche von den Eltern mit gleicher Chromosomenzahl abstammen. Als Endergebnis aller dieser Unregelmäßigkeiten bleiben unter spaltenden Nachkommen hauptsächlich nur entweder jene Formen, welche mit jeder Generation die Zahl ihrer Chromosomen bis 42 vergrößern (Vergrößerungsgruppe), oder jene, welche diese Zahl allmählich bis 28 vermindern (Verminderungsgruppe) (Kihara, H. 1924). Alle anderen Bastarde, deren Chromosomenzahl intermediär ist, also nahe zu 35 ($2n$) liegt, werden eliminiert, da sie nicht lebensfähig sind. Eine Ausnahme stellt nur der Weizenbastard von A. A. Sapegin mit 34 Chromosomen dar, der in der Zahl seiner Chromosomen und in seinem äußeren Habitus standhaft ist. Für unsere Untersuchung wurde F_1 des Bastardes *Triticum vulgare lutescens praecox* \times *Triticum durum hordeiforme* A. 940 aus der Versuchsstation in Krasnojarsk genommen. Es ist bekannt, daß die Rasse *lutescens praecox* eine hohe Frühreife besitzt und es wäre sehr wertvoll diese ihre Eigenschaft auf *Triticum durum* zu übertragen, da dieser, infolge seiner Spätreife im Gebiete von Krasnojarsk nicht immer reif werden kann. Demnach ist solche Kreuzung für das Vordringen der Kultur des harten Weizens nach Norden von Bedeutung. Die Formen *Triticum vulgare* des Typs *sibiricum*, wohin *ferrugineum sibiricum*, *lutescens praecox*, *milturum chogotense* und *erythrospermum irkutianum* gehören, unterscheiden sich durch eine besondere Anspruchslosigkeit bezüglich des Bodens und die Bastardierung von *Triticum durum* mit diesen Formen wird auch in dieser Hinsicht wie auch hinsichtlich ihrer Frühreife das Vordringen der Bastarde des Typs *Triticum durum* nach Norden erleichtern, da die Möglichkeit für diese neuen Sorten, auf dem armen Boden des Nordens zu wachsen, gegeben ist. Diese Aussicht wird dadurch etwas ver-

mindert, daß die pentaploiden Weizenbastarde, zu welchen auch unsere Kreuzung *Triticum vulgare lutescens* \times *Triticum durum hordeiforme* gehört, in ihren intermediären Formen wenig lebensfähig sind. Lebensfähiger sind nur jene Formen, die ihre Chromosomenzahl wiederherstellen und sie mit der Chromosomenzahl der Elternarten gleichmachen. Damit zusammen werden auch die Phaenotype der Eltern wiederhergestellt. Wenn der Bastard allmählich die Chromosomenzahl $2n = 42$ bekommt, so wird er nach seinem Habitus *Triticum vulgare*; wenn er aber die Chromosomenzahl $2n = 28$ vermindert, so stellt er nach seinem Äußern *Triticum durum* dar. Natürlich können die biologischen Eigenschaften, welche doch für die Selektion die allergrößte Bedeutung haben, weil sie die Produktion und die Qualität der Sorten bestimmen, mit den morphologischen Eigenschaften nicht immer fest verbunden sein. Es können dann auch solche Fälle entstehen, wo der Bastard nach seinem Äußern zu *Triticum durum* gehört, aber die biologischen Eigenschaften, wenigstens die vom landwirtschaftlichen Standpunkt wichtigsten von *Triticum vulgare* besitzt. Das cytologische Verhalten der Chromosomen in dem von uns studierten pentaploiden Weizenbastard verläuft gerade so und mit denselben Folgen, wie es schon Kihara (1924) und andere Autoren beschrieben haben.

In den Selektionskreisen ist die Meinung verbreitet, daß es sehr schwer ist, in der Nachkommenschaft des Bastardes sofort Formen auszusuchen, die die aufgestellten Forderungen befriedigen. Es ist zum Beispiel notwendig, die Frühreife des harten Weizens zu erhöhen oder seine Forderungen an die Fruchtbarkeit des Bodens zu vermindern. Die Kreuzung *Triticum vulgare* \times *Triticum durum* kann in der spaltenden Nachkommenschaft Formen mit verkürzter Vegetationsperiode oder verminderten Forderungen an die Fruchtbarkeit des Bodens geben. Da aber diese Eigenschaften durch eine große Zahl von Faktoren bedingt sind, auch diese Faktoren eine entgegengesetzte Bedeutung haben können, so empfehlen die Selektionäre eine neue Kreuzung des ausgewählten konstanten Bastardes mit einer frühreifenden oder anspruchslosen Form; damit erreicht man in den Bastarden das Vorherrschen derjenigen Faktoren, die Frühreife oder Anspruchslosigkeit bezüglich des Bodens bedingen. Oft werden die wiederholten Kreuzungen noch mit anderem Ziel durchgeführt. Wenn man durch eine Bastardierung manch eine Eigenschaft dem Bastarde angeeignet hat und der Bastard konstant geworden ist, so kreuzt man ihn mit einer neuen

Form, um ihm eine neue Eigenschaft zuzuführen. Der Bastard muß wieder konstant werden, dann wird er wieder gekreuzt, um eine dritte wünschenswerte Eigenschaft zu bekommen usw. Das nennt man eine komplizierte Stufenbastardierung. Ein aus solcher Stufenkreuzung entstandener Bastard des Weizens von pentaploidem Typ wurde in der vorliegenden Arbeit untersucht. Diese Untersuchung zeigte, daß, falls die Stufenbastardierung zwischen den Weizen durch Kreuzung von konstanten Bastarden mit Weizenformen anderer Chromosomenzahl durchgeführt wird, oft Unregelmäßigkeiten im Laufe der Meiosis sehr auftreten und zur Bildung geschrumpfter, schlecht entwickelter Pollenkörner führen. Da die Unregelmäßigkeiten im Verhalten der Chromosomen in der Eizelle gewöhnlich parallel zu solchen in den Pollenmutterzellen während der Teilung des Reifens gehen, so kann man annehmen, daß die Eizellen bei solchen Bastarden auch defekt sein müssen; wenn aber Pollenkörner und Eizellen defekt sind, so führt es zur Sterilität.

Die cytologischen Untersuchungen über den komplizierten pentaploiden Weizenbastard *Triticum vulgare lutescens* 062 ($n = 21$) \times *Triticum durum* (*Triticum durum coeruleum* \times *Triticum vulgare nigrum*) ($n = 14$) zeigen demnach, daß diese Bastardierung zur Entstehung von Bastarden führt, deren Chromosomenverhalten in der Meiosis ganz gleich dem der gewöhnlichen pentaploiden Weizenbastarde ist, mit ganz analogen Folgen.

V. Zusammenfassung.

1. Die Untersuchungen der Meiosis in den Pollenmutterzellen von F_1 in dem komplizierten Bastard *Triticum vulgare lutescens* 062 \times *Triticum durum* *Talanovi* (*Triticum durum coeruleum* \times *Triticum vulgare nigrum*) zeigten in den Metaphasen 14 bivalente und 7 univalente Chromosomen. 7 Univalente sind oft über die Spindel zerstreut und 14 Bivalente befinden sich an dem Äquator, wie man es an Seitenmetaphasen sieht. In den Anaphasen sind oft 7 und manchmal bedeutend größere Zahlen (bis 13 und vielleicht noch mehr) Univalente zu beobachten, was dafür spricht, daß die Affinität zwischen den sogenannten homologen Chromosomen von *Triticum durum* und *Triticum vulgare* manchmal nicht genügend ist, weshalb diese nicht konjugieren und die Zahl der Univalenten vergrößern. Die Unregelmäßigkeiten der Meiosis werden auch in den Telophasen fortgesetzt, wo man Chromatinverdichtungen, die

in die Tochterkerne nicht eingeschlossen werden, beobachten kann. In den Anaphasen der homoeotypischen Teilung beobachtet man ein bedeutendes Zurückbleiben der Chromosomen. Alle diese Unregelmäßigkeiten führen zur Bildung defekter Pollenkörner und folglich zu bedeutender Sterilität.

2. Ähnliche Unregelmäßigkeiten im Laufe der Meiosis in den Pollenmutterzellen hat auch der pentaploide Weizenbastard *Triticum lutescens praecox* \times *Triticum durum hordeiforme* A. 940 gezeigt. In der Polansicht der Metaphasen konnte man hier auch 21 Chromosomen nachzählen, in den Seitenmetaphasen waren auch 7 abgeworfene Univalente und am Äquator 14 Bivalente zu beobachten, welche einem Gürtel ähnlich sahen. In den Anaphasen der homoeotypischen Teilung beobachtete man auch das Zurückbleiben der Chromosomen; in den Telophasen der zweiten Teilung Chromatinverdichtungen, die in die Tochterkerne nicht eingeschlossen wurden.

3. Viel regelmäßiger verläuft die Meiosis in der Artkreuzung *Triticum persicum* \times *Triticum durum*. In der Diakinese und in den Metaphasen kann man deutlich 14 bivalente Chromosomen sehen. In den Seitenmetaphasen werden noch manchmal Unregelmäßigkeiten beobachtet, nämlich einige abgeworfene Chromosomen (nicht mehr als 3), aber schon die Telophasen der ersten Teilung sind ganz regelmäßig. Die Pollenkörner haben keinen Defekt und der Bastard ist normal fruchtbar. Es ist sehr wesentlich und bemerkenswert, daß der Bastard *Triticum persicum* \times *Triticum durum* in F_1 einen sehr gut balancierten Chromosomensatz besitzt, bedeutend besser, als der Rassenbastard *Triticum vulgare milturum* 0321 \times *Triticum vulgare albidum* 0721.

4. Die Meiosis des Bastardes *Triticum vulgare milturum* 0321 \times *Triticum vulgare albidum* 0721 in F_1 verläuft im ganzen regelmäßig genug. In den Metaphasen der ersten Teilung werden 21 bivalente Chromosomen beobachtet. Die Anaphasen zeigen meistens kein Zurückbleiben der Chromosomen, so daß man während der Anaphase an ihren Polen auch 21 Chromosomen nachzählen kann. Doch trifft man auch recht viele unregelmäßige Figuren, nämlich abgeworfene Chromosomen in den Seitenmetaphasen, zurückbleibende Chromosomen in den frühen Anaphasen und abgesonderte Chromatinbildungen in den späten Seitenanaphasen. Der weitere Verlauf der Meiosis ist regelmäßig. Die gesamte Zahl der Unregelmäßigkeiten in der Meiosis der vorliegenden Rassenkreuzung ist

bedeutend höher als in der Meiosis des Artenbastardes *Triticum persicum* \times *Triticum durum*. Es folgt daraus, daß einige Artkreuzungen des Weizens zwischen den Eltern mit gleicher Chromosomenzahl weniger Unregelmäßigkeiten im Verlaufe der Meiosis hervorrufen, als die Kreuzungen zwischen den Rassen.

5. Besonders wertvoll sind für die Zwecke der Selektion die Artkreuzungen des Weizens, wo man für die Bastardierung Arten mit gleicher Chromosomenzahl auswählt. Die Tatsache, daß die Chromosomensätze des Bastardes sofort balanciert erscheinen, sichert seine normale Fruchtbarkeit und die Möglichkeit, produktive Sorten schnell zu gewinnen.

6. Bei der Bastardierung zwischen den Arten des Weizens mit ungleicher Chromosomenzahl, besonders bei solchen wiederholten Bastardierungen werden die Chromosomensätze nicht leicht balanciert, weshalb diese Arbeit schwer ist und lange dauert, doch läßt sie auf einen bestimmten Erfolg hoffen.

Die allgemeine Leitung lag in Händen B. A. Wakars, der gleichzeitig auch Verfasser der Arbeit ist. Die Fixierung des Materials und zum Teil das Vorbereiten der Präparate wurde von der Laborantin des Katheders für Selektion des Sibirischen Landwirtschaftlichen Instituts E. G. Krot vorgenommen. Das Zeichnen und zum Teil das Vorbereiten der Präparate führte die Laborantin der West-Sibirischen Zonal Versuchsstation L. A. Brekina aus.

Literaturverzeichnis.

A. Ausländische Verfasser.

1. Aase, H. C. (1930), Cytology of *Triticum*, *Secale* and *Aegilops* hybrids with reference to phylogeny. Res. Studies of the State Coll. of Wash., 2 N. 1, pp. 5—60.
2. Bleier, H. (1930), Cytologie von Art- und Gattungsbastarden des Getreides. Züchter, 2, Nr. 1, S. 12—22.
3. Kihara, H. (1924), Cytologische und genetische Studien bei wichtigen Getreidearten. Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ., Bd. I, S. 1—200.
4. Kihara, H. and Nishiyama, I. (1928), New aspects of chromosome behaviour in pollen mother cells of tri-, tetra- and pentaploid wheat hybrids. Bot. Mag. Tokyo. XLII, 222—231.
5. Jenkins, I. A. and Thompson, W. P. (1930), Chromosome conditions in the second and third generation of pentaploid wheat hybrids. Canadian Journ. of Res., 2, 1930, 162—170.
6. Longley and Sando (1930), Nuclear divisions in the pollen mother cells of *Triticum*, *Aegilops* and *Secale* and their hybrids. Journ. of Agr. Res., Vol. 40, Nr. 8, 683—719.

7. Melburn, M. C. and Thompson, W. P. (1927), The cytology of tetraploid wheat hybrid (*Triticum Spelta* \times *Triticum monococcum*). Amer. Journ. Bot., **14**, 327—333.
8. Sax, K. (1922), Sterility in wheat hybrids. II. Chromosome behaviour in partially sterile hybrids. Genetics, **7**, 513—552.
9. — (1927), Chromosome behaviour in Triticum hybrids. V. Internat. Kongreß. f. Vererb., Berlin, 1927, 1267—1284.
10. Sax, K. and Gaines, E. F. (1924), A genetic and cytological study of certain hybrids of wheat species. Journ. of Agr. Res., Vol. 28, N. 10, 1017—1032.
11. Thompson, W. P. (1926), Chromosome behaviour in triploid wheat hybrids. Journ. Genet., **17**, 43—48.
12. — (1927), The cytology of species hybrids in wheat. Scientif. Agriculture, Vol. VIII, N. 1, 56—62.
13. Thompson and Cameron, D. K. (1928), Chromosome numbers in functioning germ cells of species-hybrids in wheat. Genetics, **13**, 456—469.
14. Thompson, W. P. and Robertson, H. H. (1930), Cytological irregularities in hybrids between species of wheat with the same chromosome number. Cytologia, Vol. I, N. 3, 1930, 252—262.
15. Watkins, A. E. (1924—1927), Genetic and cytological studies in wheat I, II, III and IV. Journ. genetics, **15**, 323—366; **18**, N. 3, 375—396; **19**, N. 1, 81—96; **20**, N. 1, 127.
16. — (1930), The wheat species: a critique. Journ. Genet., **23**, N. 2, 173—263.

B. Russische Verfasser.

1. Wawiloff, N. I. und Jakuschkina, O. W. (1925), Zur Phylogenese des Weizens. Kreuzungsanalyse der Art *Triticum persicum* Vav. und Artbastardierung beim Weizen. Arbeiten über angewandte Botanik. Genetik und Selektion, Bd. XV, 1—159.
2. Wakar, B. A. (1929), Cytologische Untersuchungen über die Bastarde *Triticum persicum* Vav. mit anderen Weizenarten. Arbeiten des Altrussischen Kongresses für Selektion und Genetik. 1.—10. Januar 1929. Leningrad, 1930, Bd. II, Genetik 187—196.
3. —, Die wichtigsten Getreidearten. Sibirischer Gebietsverlag, 1929.
4. Wakar, B. A., Krot, E. G. und Brekina, L. A. (1932), Zytologische Untersuchungen über F_1 der konstanten Bastarde zwischen *Triticum vulgare* \times *Triticum durum*. Zeitschrift f. Pflanzenzüchtung, Bd. 17, Heft 4, S. 451 bis 473.
5. Nikolaewa, A. G. (1922—1923), Cytologische Untersuchungen über die Gattung *Triticum*. Arb. über angew. Botanik und Selektion, Bd. 13.
6. Sapegin, A. A. (1928), Hylogenetic Investigation of the Vulgare Group in Triticum. Bulletin of applied botany, of genetics and plant-breeding. Vol. XIX, 127—166.
7. Sapegin, L. A. (1928), Hylogenetics of durum wheat. Bulletin of applied botany, of genetics and plant-breeding. Vol. XIX, 166—224.

Über die experimentelle Erzeugung von Wildfeuer bei Tabak.

Von

C. Stapp.

(Laboratorium für Bakteriologie der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.)

Mit 2 Abbildungen.

Die bakterielle Blattfleckenkrankheit des Tabaks, das Wildfeuer, wurde durch Wolf und Foster (1) bekannt, die über Symptome und Ursache derselben erstmalig 1917 berichteten und das Auftreten dieser Krankheit in den nordamerikanischen Staaten Virginien und Nordkarolina festgestellt hatten.

In der Folgezeit wurden auch noch angeblich andere bakterielle Blattfleckenkrankheiten bei Tabak beschrieben, deren Symptome bzw. deren Erreger Abweichungen von dem Wildfeuer bzw. der *Pseudomonas tabaci* aufweisen sollten, so kurz darauf von F. D. Fromme und T. J. Murray (2) eine „Eckige Blattflecken“-Krankheit des Tabaks und als Erreger *Bacterium angulatum*, einige Jahre später von J. Johnson (3) die „Wisconsin-Blattfleckenkrankheit“ des Tabaks und als Erreger das *Bact. melleum*, 1930 schließlich von F. M. Clara (4) eine nicht näher benannte Blattfleckenkrankheit und als Erreger *Phytomonas polycolor*.

Von mir aufgenommene Untersuchungen (5) zur Klärung der Verwandtschaftsverhältnisse dieser angeblich verschiedenen bakteriellen Erreger konnten nur mit den Originalstämmen von *Pseud. tabaci* und *Pseud. angulata* durchgeführt werden, nicht aber mit solchen von *Pseud. mellea* und *Pseud. polycolor*¹⁾, da letztere beiden nicht mehr vorhanden waren²⁾. *Pseud. tabaci* und *Pseud. angulata* verhielten sich serologisch (in Agglutinations- und Präzipitationsversuchen) jedoch vollkommen gleich; infolgedessen müssen das „Wildfeuer“ und die „Eckige Blattflecken“-Krankheit identisch sein, und es ist sehr wahrscheinlich, daß auch die beiden übrigen

¹⁾ Es handelt sich bei allen vier Erregern um polar begeißelte Fluoreszenten, denen nach dem System von Migula der Gattungsname *Pseudomonas* zukommt.

²⁾ F. M. Clara hat mir anlässlich seines Besuches in Berlin im Jahre 1932 zugesagt, auf den Philippinen zu geeigneter Zeit wieder neue Isolierungen des Erregers zu machen und mir dann eine Kultur zuzusenden.

Blattfleckenkrankheiten mit dem Wildfeuer übereinstimmen, daß wir es also in allen vier Fällen mit ein und derselben Krankheit bei Tabak zu tun haben.

Die bakterielle Tabakkkrankheit hat sich in wenigen Jahren außerordentlich verbreitet. So konnte von mir z. B. 1927 berichtet werden (6), daß sich dieselbe nicht nur über weitere 14 nord-amerikanische Staaten ausgedehnt hatte, sondern daß sie auch bereits in Nord- und Südafrika, Nyassa-Land, Deutschland, Ungarn, Mazedonien und Thrazien beobachtet worden war. Inzwischen hat sie auf immer weitere tabakbautreibende Länder und Gebiete übergreifen, wie Kanada (7, 8), Südamerika (9), Frankreich (10, 11, 12), Belgien (13), Italien (14), Polen (15, 16), Bulgarien (17, 18), Rumänien (19, 20, 21), Thessalien (Griechenland) (22), Rußland (23, 24, 25), und die Philippinen (4, 26). Es steht zu befürchten, daß kein Tabakanbaugbiet der Welt verschont bleiben wird.

Je nach der Witterung tritt die Bakteriose in einem Jahre stärker und schädlicher auf als im anderen. Die Übertragung in das Freiland erfolgt meist vom Saatbeet aus und es fehlt nicht an Vorschlägen zu Bekämpfungsmaßnahmen mechanischer und chemischer Art, um die durch diese Krankheit hervorgerufenen hohen Verluste herabzumindern.

„Der Krankheit wäre mit einem Schlage alle Gefährlichkeit genommen, wenn es gelänge, völlig resistente hochwertige Tabakpflanzen auf züchterischem Wege oder durch Auslese zu gewinnen“, so schrieb ich 1927 und fügte hinzu, daß Versuche, die in jüngster Zeit von P. J. Anderson in Amerika in dieser Richtung begonnen worden seien, auf Erreichung dieses Zieles hindeuteten und zu hoffen wäre, daß das Ziel recht bald erreicht wird.

Alle 41 von Anderson geprüften Varietäten von *Nicotiana tabacum* erwiesen sich als anfällig: durch Kreuzung von *Nicotiana tabacum* mit den nach seinen Angaben resistenten Arten *Nicotiana nudicaulis* oder *Nicotiana alata* konnte er jedoch resistente Hybriden erhalten.

Inzwischen sind auch derartige Versuche in Deutschland aufgenommen worden, und da die Züchter meist nicht gleichzeitig Phytopathologen sind, hat sich die Notwendigkeit herausgestellt, ein Infektionsverfahren auszuarbeiten, mit Hilfe dessen auch der nicht bakteriologisch völlig durchgebildete Genetiker in der Lage ist, seine Tabakzuchten auf Anfälligkeit resp. Resistenz gegenüber Wildfeuer selbst zu prüfen.

Dem Bestreben des Züchters, eine möglichst große Zahl von Einzelindividuen gleichzeitig in Versuch zu nehmen, konnte insofern Rechnung getragen werden, als die Infektion an möglichst jungen Sämlingen vorgenommen wurde. Als Versuchstabak mußte eine Sorte gewählt werden, die besonders anfällig ist, und das Verfahren war brauchbar, wenn es gelang, mit ihm einen sehr hohen Prozentsatz von Pflanzen zum Erkranken zu bringen. Diese sehr leicht anfällige Sorte von *Nicotiana tabacum* stellte uns freundlicherweise Herr Prof. Dr. Baur, der Direktor des Instituts für Züchtungsforschung in Müncheberg (Mark), zur Verfügung. Es handelte sich dabei um eine eigene Züchtung zartblättrigen Havanna-Tabaks Original OR 44. Ferner wurden teilweise noch von *Nicotiana tabacum* die Sorten Saalburger und Maurath in die Versuche einbezogen, die uns vor mehreren Jahren schon Herr Dr. König, der Direktor des Tabakforschungsinstitutes für das Deutsche Reich in Forchheim überlassen hatte. Als vierte Sorte kam hinzu *Nicotiana tabacum* L. 1924 B. R. A., die von Herrn Regierungsrat Dr. Scherpe stammte, über deren eigentliche Herkunft aber Näheres nicht bekannt ist.

Die ersten Versuche wurden angestellt mit dem Ziel, festzustellen, ob die Substrate, auf denen die Bakterienreinkulturen vorgezüchtet waren, irgendwelchen erkennbaren Einfluß auf die Virulenz der Bakterien auszuüben imstande seien. Benutzt wurden hierzu jüngere im Gewächshaus gezogene Pflanzen der Sorten Saalburger, Maurath und L 1924 B. R. A. Die Impfungen erfolgten in der Weise, daß kleine Tröpfchen der verschiedenen Bakterienaufschwemmungen¹⁾ mit feiner Pipette auf die Unterseite der Blätter aufgetragen und durch die Tröpfchen hindurch die Blätter mit Hilfe einer Nadel angestochen wurden (Nadelstichinfektion). Als Nährböden für die *Pseud. tabaci* wurden Bouillon-, Kartoffel-, Möhren- und Würze-Agar verwandt, letzterer aber nicht wie sonst üblich sauer, sondern mit verdünnter Würze hergestellt und neutralisiert. Die Kulturen wurden 48 Stunden bei 26° bebrütet und dann mit Leitungswasser (je Röhrchen 2 ccm) abgeschwemmt. Es zeigte sich bereits nach 5 Tagen, daß die auf neutralem Würzeagar gezogenen Bakterien die Tabakblätter stärker angriffen als

¹⁾ Von den früher isolierten Reinkulturen der *Pseud. tabaci* wurde zu den Versuchen vor allem der Stamm Mü a 4 herangezogen, der seit mehreren Jahren die beste Virulenz gezeigt hatte; derselbe kann an wissenschaftliche Institute auf Anfordern abgegeben werden.

die von den übrigen Nährböden stammenden. Dieser Unterschied wurde in der Folgezeit noch deutlicher. Drei Wochen später an den obersten jüngsten Blättern derselben Pflanzen wiederholte Impfungen hatten das gleiche Ergebnis. Die Versuche mit älteren Gewächshauspflanzen durchgeführt, zeigten keine Abweichungen von den vorherigen Befunden. Auch Anfälligkeitsunterschiede der drei letztgenannten Sorten waren nicht feststellbar.

Neben diesen Versuchen liefen gleichzeitig andere an jungen Sämlingen im Keimbeet, bei denen aber die Infektion nicht durch Verletzungen, sondern durch Pinselungen oder Besprühungen vorgenommen wurde. Auf alle angestellten Versuche im einzelnen einzugehen würde hier zu weit führen. Die ersten Versuche, Vorzüchtung der Bakterien auf Bouillonagar und Besprühen der Pflanzen, deren erstes Blattpaar bereits Fingernagelgröße überschritten hatte, mit der Bakterienaufschwemmung in Leitungswasser hatte bei allen drei Sorten nicht den geringsten Erfolg. Geschah die Vorzüchtung der Bakterien auf neutralem Würzeagar und wurde die mit Leitungswasser hergestellte Aufschwemmung mit Hilfe eines Pinsels auf der Unter- und Oberseite der Blätter der jungen Sämlinge verstrichen und Sorge getragen, daß die Blätter während der ersten zwei Tage nach der Infektion feucht blieben, so erkrankten immerhin bis 45 % der Pflanzen. Eine gute Infektion wurde scheinbar dadurch verhindert, daß die Tröpfchen der wässrigen Bakterienaufschwemmung auf den jungen Sämlingen infolge ihrer dichten Behaarung nicht oder nur unvollständig die Epidermis benetzten, und dadurch das Eindringen der Erreger in die Spaltöffnungen erschwert bzw. unmöglich gemacht war. Wurde an Stelle des Leitungswassers eine 1 + 3 verdünnte Würze zur Herstellung der Bakterienaufschwemmungen verwandt, so war das Ergebnis nicht viel besser. Mehrfache Versuche anstatt Leitungswasser wässrige 0,5 und 1 % ige Gelatine- oder 0,1 % ige Agarlösungen für die Bakterienaufschwemmung zu verwenden, diese dadurch etwas visköser zu gestalten und auf solche Weise das Eintrocknen zu verlangsamen, waren ebenfalls nicht befriedigend. Es wurden zwar durch die geringen Gelatinezusätze zum Leitungswasser zuweilen bessere Ergebnisse erzielt wie bisher, indem im Laufe von drei Wochen im günstigsten Falle etwa 50 % der Sämlinge abstarben, sofern dieselben bei der Infektion nicht über Fingernagelgröße hatten, und weitere 25 % Krankheitssymptome aufwiesen, also nur 25 % gesund geblieben waren; die Erfolge waren aber nicht ein-

heitlich genug. War das erste Blattpaar der Sämlinge größer als $2 \times 1,2-1,3$ cm (= Fingernagelgröße), so war der Befall, auch bei den letzteren Versuchsserien, stets deutlich geringer.

Es wurde nun der Versuch gemacht, die Bakterien in Preßsaft von Tabakpflanzen (vom Versuchsfeld) aufzuschwemmen. Sowohl die Besprühung junger Blätter ausgewachsener blühender Pflanzen, die sofort nach der Impfung gekappt waren (Entfernung des Blütenstandes mitsamt der beiden obersten Blätter) als auch die junger Sämlinge im Saatbeet mit dieser Preßsaftaufschwemmung waren von recht gutem Erfolg. So wurden in einem am 23. VII. 1932 angesetzten Versuch in einem Saatbeet, bei dem die ersten Blätter der Sämlinge Fingernagelgröße nicht überschritten, 95 % kranke Pflanzen ausgezählt, die allmählich eingingen, während in einem zweiten Saatbeet, dessen Pflanzen etwa eine Woche älter waren als die des ersten Beetes, der Prozentsatz an infizierten Pflanzen geringer war und von den größeren Sämlingen ein Teil durchwuchs und sich langsam erholte.

Da die Infektionsversuche auch im Winter ausführbar sein müssen, wurden ähnlich gerichtete Versuche durchgeführt, bei denen der Tabakpreßsaft nicht von Freilandpflanzen, sondern von zarteren im Gewächshaus herangezogenen Pflanzen hergestellt worden war. Ein solcher Versuch vom 31. VIII., der am 15. IX. 32 abgebrochen wurde, ergab 85—90 % Erkrankung.

Daß der Preßsaft eine wesentlich geringere Oberflächenspannung und demnach eine bessere Benetzungsfähigkeit hat als die übrigen vorher benutzten Aufschwemmungsflüssigkeiten, worauf sicher, wenigstens zum Teil, die günstigere Infektionswirkung zurückzuführen sein dürfte, ergaben stalagmometrische Messungen, von denen einige hier angeführt seien. Bezogen auf 100 Tropfen dest. Wassers bei gleicher Temperatur der Flüssigkeiten (20° C) wurden folgende Werte erhalten:

a) für Leitungswasser	104,32
b) Physiologische Kochsalzlösung	102,22
c) Bierwürze unverdünnt	149,17
d) Bierwürze 1 + 3 verdünnt	126,26
e) Gelatinelösung 1%ig	108,90
f) Eiweißlösung 1%ig	100,68
g) Agarlösung 0,1%ig	96,57
h) Preßsaft von Tabak (Feld)	174,22
i) Preßsaft von Tabak (Gewächshaus)	170,54

Tabelle 1. ph-Bestimmungen von Preßsäften.

Datum	Preßsaft Ge ¹⁾		Preßsaft Fr ₁ ²⁾		Preßsaft Fr ₂ ³⁾		Preßsaft Fr ₁ + Fr ₂ ⁴⁾	
	sofort	nach 4 Std.	sofort	nach 4 Std.	sofort	nach 4 Std.	sofort	nach 4 Std.
15. IX. 1932		6,0 6,0						
21. IX.	6,0 5,98		5,6 5,57	5,48 5,45	5,66 5,66	5,54 5,54		
29. IX.			5,25 5,23	5,25 5,25				
7. X.							5,64 5,62	5,64 5,62
14. X.			5,7 5,67	5,64 5,64				
24. X.							5,62 5,52	5,39 5,39
1. XI.							5,80 5,79	5,67 5,67
12. XI.	5,84 5,82	5,76 5,76	5,76 5,70	5,68 5,66				
3. II. 1933	6,02 6,02							
15. II.	6,12 6,10							
8. III.	5,5 5,34	ältere Pfl.						
8. III.	6,02 6,02	jüng. Pfl.						

Die ph-Bestimmungen wurden mit dem Trönelschen Azidimeter ausgeführt. Abgelesen wurde nach je 30 und 60 Sekunden.

¹⁾ Preßsaft Ge = Preßsaft von Gewächshauspflanzen des Tabaks (Sorte O R 44).

²⁾ Preßsaft Fr₁ = Preßsaft von Freilandpflanzen des Tabaks (Sorte Saalburger).

³⁾ Preßsaft Fr₂ = Preßsaft von Freilandpflanzen des Tabaks (Sorte Maurath).

⁴⁾ Preßsaft Fr₁ + Fr₂ = Mischung der Preßsäfte von Fr₁ und Fr₂.

Die Benetzungsfähigkeit steigt auch mit Zunahme der Oberflächenkonzentration (siehe Wardle und Buckle [27]) und von Stoffen, die in Lösung die Oberflächenkonzentration erhöhen, wird vor allem die Gelatine genannt. Darauf ist vielleicht in den oben genannten Versuchen die verhältnismäßig günstige Wirkung der Bakterienaufschwemmung in Gelatinelösung zurückzuführen.

ph-Messungen von Preßsaft der Tabakpflanzen ließen erkennen, daß der Saft von Feldpflanzen häufig ein wenig saurer als der von Gewächshauspflanzen war, wie aus der nachstehenden Tabelle 1 hervorgeht; die Unterschiede waren aber nur gering. Obwohl die Reaktion der Preßsäfte nicht immer für *Pseud. tabaci* optimal ist — nach Kotte (28) zeigt sich anfänglich ein ausgeprägtes Optimum in gepufferter Nährbouillon zwischen ph 6,70 und 7,10, das sich nach etwa 30 Stunden erweitert (ph 5,80 bis ph 7,40) — wird doch die Wirksamkeit des Parasiten darin nicht im geringsten beeinträchtigt.

Die Preßsäfte wurden von uns in der Weise hergestellt, daß bei Feldpflanzen jüngere Blätter und die obersten noch weichen Triebe, bei Gewächshausmaterial die ganzen oberirdischen Pflanzenteile (sofern allerdings chlorotische Blätter vorhanden waren, wurden diese entfernt) zerschnitten, in ein Koliertuch gepackt und mittels einer hydraulischen Presse ausgepreßt wurden. Es genügt aber zum Auspressen auch eine gut arbeitende Obstpresse. Ist auch diese nicht vorhanden, so wird das zerschnittene Material in einem größeren Mörser erst mit Sand fein und gründlich zerrieben und dann durch ein Koliertuch mit der Hand abgepreßt; die letztere Methode ist allerdings recht umständlich und zeitraubend und die Ausbeute auch wesentlich geringer. Im frischen Zustande sind die gewonnenen Säfte mehr oder weniger dunkelgrün; beim Stehen werden dieselben, vor allem die aus Freilandpflanzen, rasch grünlich- bis dunkelbraun. Es empfiehlt sich vor dem Gebrauch den Preßsaft nochmals durch ein engmaschiges Tuch laufen zu lassen, um Verstopfungen des Sprühapparates vorzubeugen.

In Tabelle 2 sind einige Versuchsergebnisse zusammengestellt, die durch Besprühen der Sämlinge mit Bakterien-Preßsaftaufschwemmungen erhalten wurden. Hieraus dürfte zu ersehen sein, daß der Infektionserfolg bei Verwendung von Tabakpreßsaft als Aufschwemmungsflüssigkeit durchaus zufriedenstellend ist.

Sofern die Möglichkeit besteht, den Preßsaft von Freilandpflanzen zu nehmen, ist er dem aus Gewächshauspflanzen vor-

Tabelle 2. Sprühinfektionen

Versuchsdauer	Vorzüchtung der Bakterien auf	Aufschwemmungs- flüssigkeit	Sorte der infizierten <i>Nicotiana</i>
21. IX.—3. X. 32	neutr. Würzeagar (1 + 3 verdünnt)	a) Preß-Saft v. Freil.-Pfl.	O.R. 44
		b) " " Gew.-Pfl.	desgl.
29. IX.—11. X. 32	desgl.	Preß-Saft v. Freil.-Pfl.	desgl.
7. X.—25. X. 32	Kontrollversuch ohne Bakterien	desgl.	desgl.
14. X.—31. X. 32	neutr. Würzeagar (1 + 3 verdünnt)	desgl.	desgl.
24. X.—9. XI. 32	desgl.	desgl.	desgl.
12. XI.—29. XI. 32	desgl.	a) Preß-Saft v. Freil.-Pfl.	desgl.
		b) " " Gew.-Pfl.	desgl.
24. XI.—22. XII. 32	desgl.	a) Preß-Saft v. Freil.-Pfl.	desgl.
		b) " " Gew.-Pfl.	desgl.
3. II.—1. III. 33	desgl.	Preß-Saft v. Gew.-Pfl.	α) Saalburger
			β) Maurath
			γ) L 1924 B. R. A.
15. II.—15. III. 33	desgl.	Preß-Saft v. Gew.-Pfl.	α) Saalburger
			β) Maurath
			γ) L 1924 B. R. A.

zuziehen, da nach den gemachten Erfahrungen bei Verwendung des ersteren die Infektion meist heftiger und infolgedessen die überlebenden, aber erkrankten Pflanzen, falls solche überhaupt zu beobachten sind, an Zahl stets geringer bleiben wie bei Benutzung von Preßsaft der Gewächshauspflanzen.

Die Anzucht der Tabaksämlinge geschieht zweckmäßig in flachen Pikierkästen. Reihensaat in Abständen von ca. 3 cm er-

mit *Pseudomonas tabaci*.

Größe der ersten Blätter in cm Pflanzen von <i>tabacum</i>	Zahl	Befall- stärke %	Bemerkungen
ca. $2,0 \times 1,3$	210	97	ca. 35 Pflanzen wuchsen trotz Erkrankung langsam weiter
desgl.	130	90	Zahl der erkrankten, aber nicht abgetöteten Pflanzen noch etwas größer als bei a)
desgl.	237	91	Krankheitssymptome 7 Tage nach der Infektion bereits sehr deutlich
desgl.	200	0	
ca. $1,5-1,8 \times 1,0-1,2$	112	100	Alle Sämlinge waren eingegangen
ca. $2,0 \times 1,3$	690	99	Alle erkrankten Sämlinge waren eingegangen
desgl.	475	98	desgl.
desgl.	320	96	desgl.
desgl.	143	100	nur 16 Pflanzen nicht abgetötet, aber erkrankt
desgl.	129	80	noch 63 der erkrankten Pflanzen wuchsen weiter
nicht einheitlich	400	100	von den erkrankten Sämlingen 23 nicht eingegangen
	620	99	von den erkrankten Sämlingen 26 nicht eingegangen
	450	96	von den erkrankten Sämlingen 100 nicht eingegangen; letztere waren bei der Infektion noch sehr klein
nicht einheitlich	445	98	} von den erkrankten Pflanzen je 45 nicht eingegangen
	340	98	
	430	98	von den erkrankten Pflanzen 36 nicht eingegangen

leichtert das spätere Auszählen der Pflanzen und auch die künstliche Infektion. Wir benutzten Pikierkästen von 27×40 cm Größe, deren Saatfläche in drei Felder zu 27×13 cm unterteilt war; auf einer solchen Teilfläche können etwa 400—600 Sämlinge gezogen werden. Haben die ersten Blättchen eine Länge von etwa 2 cm erreicht — es ist am günstigsten, wenn hierzu nur eine Anzuchszeit von etwa 6—7 Wochen benötigt wird —, die Blatt-

breite beträgt dann meist 1,1—1,3 cm, so kann die künstliche Infektion durchgeführt werden.

Sind die Pflänzchen noch zu klein, wenn die Besprühung erfolgt, so kommt es entweder gar nicht zur Infektion oder aber die Krankheit verläuft nur langsam und die Pflanzen sterben nicht ab; das gleiche gilt bei Besprühung größerer Sämlinge. Bei der Versuchsdurchführung ist das zu berücksichtigen. In Abb. 1 unter γ ist rechts noch eine größere Anzahl von Sämlingen zu

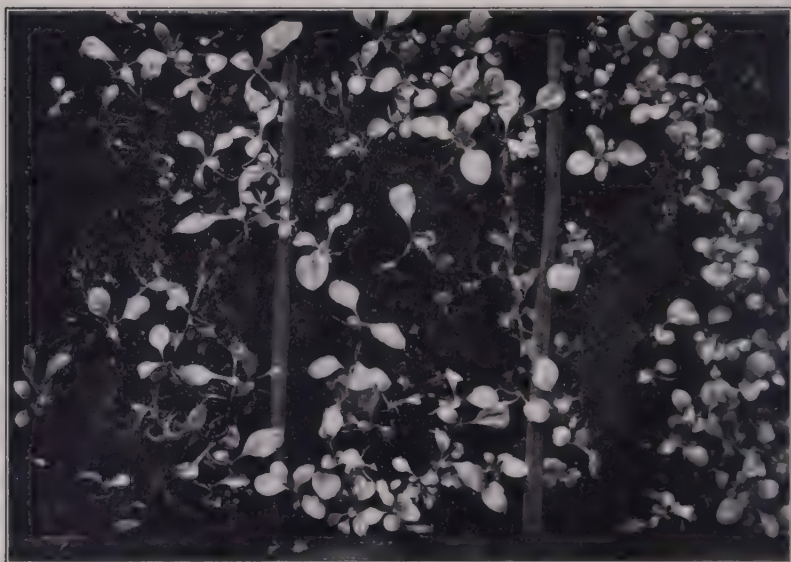
 α β γ

Abb. 1. Tabakinfektionsversuch vom 3. II. 32: aufgenommen 19 Tage nach der Infektion. Von α waren bei Versuchsbeginn 400, von β 620 und von γ 450 gesunde Sämlinge vorhanden gewesen (siehe Tabelle 2).

sehen, die deshalb nicht abgetötet sind, weil sie im Wuchs zurückgeblieben und infolgedessen kleiner waren als die Mehrzahl der anderen Pflanzen dieses Teilstückes am Tage der Infektion.

Junge, 2 Tage bei 26° C auf neutralem Bier-Würzeagar¹⁾ gezüchtete Reinkulturen von *Pseud. tabaci* werden mit je 4—5 cm

¹⁾ Der neutrale Würzeagar (1 + 3 verdünnt) wird in der Weise hergestellt, daß ein Teil ungehopfte Bierwürze mit einem Teil Wasser verdünnt und dann mit

Tabakpreßsaft abgeschwemmt, wobei man sich zum Ablösen des Bakterienbelages von der Agarschrägfläche nicht der Platinöse, sondern eines an den Enden rund geschmolzenen Glasstabes bedient, damit der Agar selbst nicht beschädigt wird. Für eine Teilfläche von 27×13 cm mit rund 500 Pflanzen werden die Bakterienbeläge von 4 Agarschrägröhrchen benötigt und eine Gesamtpreßsaftmenge von 20—25 ccm. Nachdem für eine gute und gleichmäßige Verteilung der Bakterien in dem Preßsaft Sorge getragen ist, wird die Aufschwemmung in den Sprühapparat (siehe Abb. 2), der rund 25 ccm Fassungsvermögen besitzt, bei b eingegossen, dann die Einfüllöffnung gut verschlossen und bei a kräftig hineingeblasen.

Das zu besprühende Saatbeet muß zuvor gut eingegossen, die Blättchen müssen aber wieder trocken sein; nach der Infektion darf nämlich 2 Tage lang nicht gegossen werden, weil sonst meist zuviel Infektionsmaterial abgeschwemmt wird.

Bei der Infektion selbst ist unbedingt darauf zu achten, daß auch die Unterseiten der Blättchen mit der Sprühflüssigkeit benetzt

werden. Um das zu erreichen, werden die einzelnen Reihen mit dem Glasstab vorsichtig etwas umgelegt und außerdem während des Besprühens die Blättchen nach oben gestrichen, hierdurch wird die gleichmäßige Verteilung der Bakterienaufschwemmung noch weiter gefördert. Die frisch infizierten Kästen müssen in den ersten drei Tagen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von etwa 85

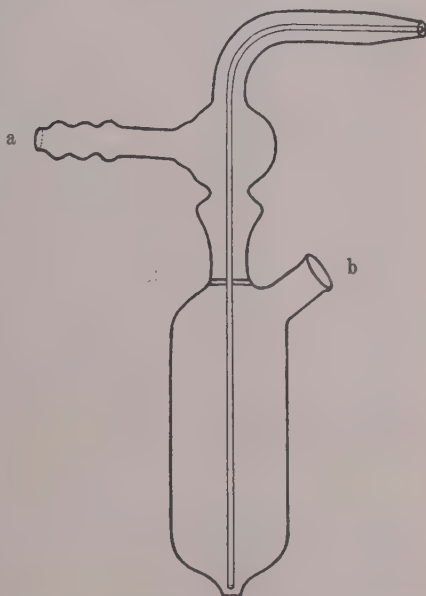


Abb. 2. Glasapparat zum Versprühen der Bakterienaufschwemmung.

Etwa $\frac{2}{3}$ natürlicher GröÙe.

zwei Teilen 4%igen Wasseragars vermischt wird. Dem noch heißen Agar wird tropfenweise solange 5%ige Na_2CO_3 -Lösung zugesetzt, bis der Lackmusblau-neutralpunkt erreicht ist.

bis 95% und einer Temperatur von 20—22° C gehalten werden. Später genügt eine relative Luftfeuchtigkeit von etwa 60%, und die Temperatur kann unbeschadet zwischen 18 und 25° C schwanken.

Soll die Sprühinfektion vollen Erfolg haben, so darf die Aufschwemmung nach 24 Stunden auf den Pflänzchen noch nicht eingetrocknet sein. Am dritten Tage können die Kästen unbedenklich wieder mit Gießwasser überbraust werden.

Die ersten chlorotischen Flecke werden etwa am sechsten Tage nach der Infektion sichtbar. Der Infektionsverlauf ist nicht einheitlich; im allgemeinen werden zuerst auf den größeren Blättchen entweder auf der Blattlamina oder vom Blattrand her gelbliche Verfärbungen erkennbar, die an Größe ständig zunehmen. Ist die Hälfte oder auch erst das ganze Blatt infiziert, so kommt es meist zu Welkeerscheinungen und schließlich erliegt das ganze Pflänzchen. Welkeerscheinungen können aber auftreten, ohne daß chlorotische Verfärbungen vorangehen: das ist der Fall bei besonders schneller und kräftiger Infektion und zeigt sich dann etwa nach 8—10 Tagen. Zuweilen werden auch die Blättchen seidenpapierartig durchsichtig. Manchmal tritt ein Stillstand in der Ausdehnung der chlorotischen Stellen ein, das zweite Blattpaar entwickelt sich langsam aber gesund weiter und die Pflanze kommt, obwohl infiziert, nicht zum Erliegen.

Zusammenfassung.

Es wird ein Verfahren beschrieben zur künstlichen Infektion von Tabaksämlingen mit dem Erreger des Wildfeuers, *Pseudomonas tabaci* Wo. et Fo. in Reinkultur, das bei Resistenzzüchtungen Anwendung finden kann.

Literatur.

1. Wolf, F. A., and A. C. Foster, Tobacco Wildfire. Journ. Agric. Research **12**, 1918, 449—458.
2. Fromme, F. D., and T. J. Murray, Angular leafspot of tobacco, an undescribed bacterial disease. Journ. Agric. Research **16**, 1919, 219—228.
3. Johnson, J., A bacterial leafspot of tobacco. Journ. Agric. Research **23**, 1923, 481—494.
4. Clara, F. M., A new bacterial leaf disease of tobacco in the Philippines. Phytopathology **20**, 1930, 691—706.
5. Stapp, C., Bakterielle Tabakkrankheiten und ihre Erreger. Angew. Botanik **12**, 1930, 241—274.
6. —, Das „Wildfeuer“, eine bakterielle Blattfleckenkrankheit des Tabaks. Nachrichtenbl. f. d. deutsch. Pflanzenschutzdienst, Nr. 12, 1927, 115—118.
7. Drayton, F. L., A summary of the prevalence of plant diseases in the Dominion of Canada 1920—1924. Canada Dept. Agric. Div. Botan. Bull. **71**, 1926, 1—61.

8. Nelson, N. T., and T. G. Major, Tobacco division report covering the period 1927—1929. Issued by the Canada Dept. Agric., 1930, 36 pp.; ref. Rev. appl. Mycology **10**, 1931, 131.
9. Charlan, F., Las viruelas y rullas del Tabaco en la Republica Argentina. Min. Agric. Nac. (Buenos Aires) Secc. Prop. e Inform. Circ. 397, 1925, 1—4.
10. Marchal, P. et E. Foëx, Rapport phytopathologique pour les années 1926—1927. Ann. des Epiphyties **13**, 1927, 414—415 u. 439; für das Jahr 1928 siehe **14**, 1928, 415—470.
11. Dufrenoy, J., J. Sarejanni et N. Stamatinis, Étude expérimentale d'une Maladie bactérienne du Tabac. Rev. Path. végét. et d'Entomol. agric. **16**, 1929, 186—192.
12. —, —, —, Taches bactériennes du Tabac. Rev. Bot. appliquée et d'Agric. trop. **10**, 1930, 861—867.
13. Marchal, E., Belgium: (Short account of crop disease conditions in 1930) Intern. Bull. of Plant Protekt. **5**, 1931, 37—38.
14. Benincasa, M., Una malattia dei semenzai di tabacco. Ist. sper. Tabacchicolt. Salentina „Luigi Starace Cilento“ Lecce 9, 1931; ref. Boll. techn. Scafati **28**, 1931, 73.
15. Siemaszko, W., Phytopathologische Beobachtungen in Polen. Zentralbl. f. Bakt., II, **78**, 1929, 113—116.
16. Jankowska, K., O nowych dla Polski chorobach roślin uprawnych. (Polnisch mit englischer Zusammenfassung.) Roszniki Nauk Rolniczych i Leśnych, Poznań **21**, 1929, 159—161. Ref. Rev. appl. Myc. **8**, 1929, 422.
17. Pateff, P., (Wildfire, a new tobacco disease in Bulgaria). Bulgarisch mit englischer Zusammenfassung. Bull. Soc. Botan. de Bulgarie **2**, 1928, 39—42.
18. —, (Wildfire, a new bacterial leaf spot disease on tobacco in Bulgaria). Bulgarisch mit englischer Zusammenfassung. Rev. Inst. Recherch. agron. en Bulgarie **4**, 1928, 101—112.
19. Savulescu, T. et J. Radulescu, Une nouvelle maladie bactérienne des feuilles du tabac en Roumanie. Trav. Inst. Rech. agron. de Roumanie 1929. Sonderdruck 52 S.
20. —, —, Rumänien: Auftreten der „Wisconsin-Blattfleckenkrankheit“ des Tabaks. Internat. Anzeig. f. Pflanzenschutz **3**, 1929, 153—154.
21. —, —, Starea fitosanitara in România in Anul. 1928—29. An. Inst. de Cerceturi agron. al Romanici, 55 S.; ref. Zentralbl. f. Bakt. II, **84**, 1931, 158.
22. Cavadas, D. S., Griechenland: Bakterienkrankheiten des Tabaks und ihre Beziehungen zur *Gnorimoschema heliopa* in Thessalien. Internat. Anzeig. f. Pflanzenschutz **1**, 1927, 169—170.
23. Miller, M. S., (Contribution à l'étude d'une maladie de la Nicotiana rustica, nommée „riaboukha“). Russisch. La Défense des Plantes. Leningrad. **5**. 1928, 601—608.
24. Kochanowski, L., (Étude sur la maladie de la Nicotiana rustica, nommée „riaboukha“). Russisch. La Défense des Plantes. Leningrad. **5**, 1928, 609—612.
25. Popova, A. A. (Diseases of the tobacco Nicotiana rustica). Morbi Plantarum, Leningrad **18**, 1929, 45—53.
26. 26th Ann.: Report Bur. Agric. Philippine Islands for 1926. 1927, 65.
27. Wardle and Buckle, The Principles of insect control. Manchester 1923.
28. Kotte, W., Über den Einfluß der H-Ionen-Konzentration auf das Wachstum einiger phytopathogener Bakterien. Phytopath. Zeitschr. **2**, 1930, 443—454.

Besprechungen aus der Literatur.

Könekamp, A. und Kallabis, Th. Die Wiesen und Weiden im mittleren Ostdeutschland. Heft 384 der „Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft“. Preis für Mitglieder 6.30 RM. einschl. Porto.

In eingehenden geobotanischen Untersuchungen wurden die Bestandsveränderungen, welche die Wiesen und Weiden der Neumark, der Grenzmark und angrenzender Teile Pommerns im Vergleich zum Pflanzenbestand bei ihrer Anlage aufweisen, festgestellt. Durch die Klarlegung der für die Änderung des Bestandes verantwortlichen Faktoren, wie z. B. des Humusgehaltes, des Gehaltes an CaCO_3 , des Grundwassers, der verschiedenen Kulturmaßnahmen, werden die Ansprüche der einzelnen Gräser und Kleearten beleuchtet. Damit wird ihr Anbauwert für die untersuchten Gebiete umschrieben und so wichtige Voraussetzungen für die zweckmäßige Neuanlage von Wiesen und Weiden geschaffen. Durch eine gesonderte, im dritten Teil des Buches besprochene Untersuchung werden die im Überschwemmungsgebiet der Netze und Warthe bestehenden Grünlandverhältnisse geklärt.

Voss, Berlin-Dahlem.

Walter, H. Die Hydratur der Pflanze und ihre physiologisch-ökologische Bedeutung (Untersuchungen über den osmotischen Wert). Verlag von Gustav Fischer, Jena 1931. 174 S., 73 Abb.; geh. 10.—, geb. 12.— RM.

Die Untersuchungen auf dem Gebiete der vergleichenden Wasserökologie der Pflanzen haben in den letzten Jahren einen derartig großen Umfang angenommen, daß trotz oder gerade wegen der vielseitigen Inangriffnahme des Problems eine Gefahr seiner Zerstückelung bestand. Die zahlreichen Einzelbefunde über die pflanzliche Wasseraufnahme, Wasserleitung und Wasserabgabe brachten wohl in einem bestimmten und enger gestellten Fragenkreis gewisse Antworten, vermochten aber kaum zur Erklärung des Problems des vergleichenden pflanzlichen Wasserhaushaltes auf geographischer Grundlage auszureichen. In dieser Hinsicht stellt das vorliegende Werk H. Walters einen großartig angelegten, wenn auch freilich bei weitem noch nicht abgerundeten Konzentrationsversuch dar, den Wasserhaushalt der Einzelpflanze und denjenigen bestimmter ökologischer Typen vergleichend zu erfassen und damit zu begreifen. Indem Walter zunächst unbekümmert um die Wassereinnahme und -abgabe, um das „Soll“ und „Haben“, sein ganzes Interesse vorwiegend auf ein statistisches Erfassen des jeweilig vorliegenden Wasserzustandes der Pflanzen, des „Saldo“ der einzelnen Vergleichstypen konzentriert, kommt er an Hand einer von ihm ausgearbeiteten und überall einheitlich angewandten Untersuchungsmethode zu einer klaren „Buchführung“, die infolge des einheitlichen Vergleichsenners und auf Grund eines umfangreichen Zahlenmaterials erst ausreichende wasserökologische Vergleiche bei den verschiedenen pflanzlichen Konstitutionstypen ermöglicht.

In Analogie zu dem Wärmeszustand und ihrem Bestimmungsmaßstab, der Temperatur, findet Verf. den einheitlichen Vergleichsnenner für den pflanzlichen Wasserzustand in der „Hydratur“. Als Maß für die Hydratur hat die relative Dampfspannung zu gelten. Da aber zwischen

relativer Dampfspannung und osmotischem Wert einer Lösung, eines Quellkörpers usw., ganz bestimmte Beziehungen bestehen, kann aus praktischen Gründen auch der osmotische Wert als Hinweis auf die Hydratur dienen.

In einem ersten allgemeinen Teile werden kurz die Beweise für und die Einwände gegen den Hydraturbegriff abgehandelt. Dabei kommt es Verf. auf Grund seiner früheren grundlegenden Arbeiten über die Plasmaquellung besonders auch auf die Betonung der Sachlage an, nicht allein die Hydratur des Zellsaftes, sondern neben ihr die für das Leben der Pflanze viel wichtigere Hydratur des Zellplasmas zu erfassen. Wichtig ist ferner, nicht nur die Hydratur der Einzelzelle, sondern diejenige bestimmter größerer Zellkomplexe, Organ- und -abschnitte zu kennen, um so nicht nur den Wasserzustand einzelner Gewebeteile zwischen verschiedenen Konstitutionstypen vergleichen, sondern ihn auch für eine kausale pflanzliche Formanalyse, für die Beantwortung entwicklungsphysiologischer Fragen, heranziehen zu können. Die genannten Gesichtspunkte waren die Veranlassung, die für die osmotische Wertermittlung bisher übliche grenzplasmolytische Bestimmungsmethode fallen zu lassen und dafür die kryoskopische Untersuchungsmethode auszubauen und allein zu verwenden. Die Methode selbst wird in dankenswerter Ausführlichkeit behandelt; ihre allgemeine Brauchbarkeit an einer großen Zahl von Vergleichsuntersuchungen aufgezeigt.

Um eine gewisse Übersicht über die Hydraturverhältnisse bei den Pflanzen zu erreichen, gliedert Verf. in Anlehnung an die Wärmeverhältnisse bei tierischen Organismen (Poikilotherme oder Kaltblütler und Homoiotherme oder Warmblütler) zwischen poikilohydrn und homoiohydrn Pflanzen. Zur ersteren Gruppe gehören Algen, Pilze, Flechten und Moose, zur letzteren die Blütenpflanzen; bei den Pteridophyten vollzieht sich gerade der Übergang. „Die erste Gruppe besitzt keine eigene Hydratur, sondern sie folgt ganz den Hydraturveränderungen der Außenwelt“; die Pflanzen der letzteren Gruppe sind durch eine eigene Hydratur ausgezeichnet, die „den Veränderungen in der Außenwelt, aber doch nur in sehr geringem Maße, folgte“. Ob die genannte Hydraturgruppierung faktisch wirklich in so einfacher Weise zu Recht besteht, wie Verf. anführt, will Ref. fraglich erscheinen; ein didaktischer Wert ist ihr aber zweifellos zuzuerkennen.

Der größte Teil des Buches wird von einem umfangreichen Beweismaterial ausgefüllt, das Verf. mit bewunderungswürdiger Ausdauer und Schnelligkeit innerhalb weniger Jahre aus den verschiedensten Klimaten zusammengetragen hat. Während sich Verf. im II. Hauptteile über die Hydraturverhältnisse bei niederen Pflanzen im wesentlichen auf eigene ältere Studien bei Schimmelpilzen usw. stützen kann, basieren seine Vergleichsbeispiele über die Hydraturverhältnisse bei höheren Pflanzen im III. Hauptteile außer auf früheren Untersuchungsbefunden in Deutschland, Ungarn und im Mediterrangebiet vorwiegend auf den neuesten Ergebnissen einer Studienreise durch Nordamerika. Die Wüsten und Halbwüsten Mexikos und Arizonas, das riesige Präriegebiet, schließlich die Nadelwaldstufe und alpine Region gaben Verf. ein geradezu erstaunlich reichhaltiges und instruktives Material an die Hand.

Dieses wird auch unter den verschiedensten wasserökologischen Gesichtspunkten ausgiebig ausgewertet. Einzelheiten hier anzuführen ist unmöglich; nur einige behandelte Fragestellungen sollen aufgeführt

werden. Von großem sachlichen und „aktuellen“ Interesse sind die Ausführungen und das Beweismaterial des Verfs. über die Hydratur der Pflanzen als Indikator der Wasserverhältnisse am Standort, ferner diejenigen über die Grenzwerte der Hydratur bei verschiedenen Pflanzenarten und -typen, nicht zuletzt auch der Abschnitt über die Zusammenhänge zwischen Hydratur und Kälte- und Dürresistenz der Pflanzen. Für den Entwicklungsphysiologen dürfte weiter das Beweismaterial des letzten Abschnittes über die Hydratur der Pflanze und die Probleme der Formgestaltung und der Anpassung recht wertvolle und ausbaufähige Unterlagen bringen. Allerdings tritt gerade bei Besprechung dieser Fragen die Tatsache recht deutlich hervor, die Verf. in weiser Selbstbeschränkung im Vorworte seines Buches nachdrücklich hervorhebt, daß nämlich die Hydratur nur ein Faktor unter vielen ist, und daß durch sie im Wachstumsgeschehen der Pflanzen zwar vieles, aber nicht alles erklärt werden kann und soll.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß das vorliegende Buch Walters nicht eines der häufigen literarischen „Lückenfüller“ ist, sondern das Ergebnis eines groß angelegten, mutig vorgetragenen und glücklichen Versuches, in das verwickelte und bereits zerstückelte Problem des vergleichenden pflanzlichen Wasserhaushaltes von einheitlicher Warte aus Ordnung zu bringen. Diese ermöglicht es aber dem Verfasser dann weiter, nicht nur die vielfach zentrale Bedeutung des Wasserzustandes für die Einzelpflanze und ihr Wachstumsgeschehen aufzuzeigen, sondern auch die entsprechenden Grundlagen für den physiologisch-ökologischen Vergleich bei bestimmten pflanzlichen Konstitutionstypen zu schaffen. Bei der relativen Neuartig- und Ausschließlichkeit, die durch den osmotischen Wert gekennzeichnete „Hydratur“ in das Zentrum der pflanzlichen Wasserhaushaltbetrachtung zu rücken, wird es an Einwendungen nicht fehlen; auch werden sich zu zahlreichen Einzelergebnissen des Verfs. Kritiker finden. Das wird aber nicht an der Tatsache rütteln können, daß das Buch Walters von wegweisender Bedeutung für die Behandlung des Problems des pflanzlichen Wasserhaushaltes bleibt.

A. Scheibe, z. Zt. Eskischehir (Türkei).

Vereinigung für angewandte Botanik.

Adressenänderungen.

Branscheidt, Dr. P., Würzburg, Unterer Dallenberg 6.

Kartoffelbaugesellschaft, Berlin SW 11, Schöneberger Str. 13.

Knischewsky, Dr. Olga, Sunga-Schule, P. O.-Lushoto, Tanganjika-Territory (Ost-Afrika).

Kretschmer, Dr. G., Gut Tanneck in Buchenbühl, Post Weiler im Allgäu.

Rasch, Dr. Walter, Frankfurt am Main-Süd 10, Holbeinstr. 37.

Schilling, Dr. Ernst, Professor, Sorau (N.-L.)

Schreiber-Stege, Dr. Eva, Heidelberg, Gaisbergstr. 81.

Verfahren zur Prüfung von Bohnen (*Phaseolus vulgaris*) auf Resistenz gegen *Pseudomonas medicaginis* var. *phaseolicola* Burkh., den Erreger der Fettfleckenkrankheit.

Von

C. Stapp.

(Laboratorium für Bakteriologie der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.)

Mit 6 Abbildungen.

Ebenso wie den Genetikern für Resistenzzüchtungen von Tabak gegen *Pseud. tabaci* Wo. et Fo., den Erreger des Wildfeuers, bisher ein zuverlässiges Infektionsverfahren fehlte¹⁾, machte sich auch bei *Phaseolus vulgaris* der Mangel einer geeigneten Methode zur Feststellung von Anfälligkeit bzw. Widerstandsfähigkeit gegenüber *Pseud. medicaginis* var. *phaseolicola*, den Erreger der Fettfleckenkrankheit, bemerkbar. Denn wie das Wildfeuer des Tabaks hat auch die Fettfleckenkrankheit der Bohnen, in Nordamerika „*halo spot*“-disease (1), in Holland *vetvlekkenziekte* (2) genannt, in verhältnismäßig kurzer Zeit auf immer weitere Gebiete übergegriffen (1–4) und sich zum Teil so verheerend ausgewirkt, daß z. B. Bulgarien gezwungen war, Bohnen aus anderen Ländern einzuführen, obwohl es in den Jahren vorher selbst eine erhebliche Ausfuhr an Bohnen hatte²⁾.

Für den Züchter eröffnet sich hier also ein weiteres wichtiges und hoffentlich fruchtbare Arbeitsfeld.

Sortenprüfungsversuche an Freilandbohnen sind bereits von verschiedenen Seiten durchgeführt worden (4, 6, 7, 8). Von mir in dieser Richtung früher angestellte Untersuchungen verliefen, sofern die Infektionen mittels Nadelstich durchgeführt waren, bei Früchten nicht voll, bei Blättern noch weniger zufriedenstellend. Bei Pinselungen von Früchten und Blättern von Freilandbohnen

¹⁾ Ein solches Verfahren wurde inzwischen ausgearbeitet; siehe Stapp, C., Über die experimentelle Erzeugung von Wildfeuer bei Tabak. *Angewandte Botanik*. 15. 1933. 225–237.

²⁾ Nach mündlicher Mitteilung eines bulgarischen Phytopathologen.

Tabelle 1. Resistenzprüfungen

Lfd. Nr.	Sorte	Busch- oder Stangen- bohne	Blütenfarbe
1	Bunte Hinrichs Riesen	Buschbohne	zartlila
2	Schlachtschwert	"	weiß und gelb-
3	Saxonia	"	weiß
4	Weißer Hinrichs Riesen	"	zartlila
5	Flageolet Rote Pariser	"	"
6	Kaiser Wilhelm	"	weiß und gelb
7	St. Andreas	"	"
8	Bunte Ilsenburger	"	zartlila
9	Weißer Ilsenburger	"	weiß
10	Neger	"	hell-lila
11	Wachsneger	"	lila
12	Flageolet Wachs	"	weiß bis zartlila
13	Weißer Hinrichs Riesen, fadenlos	"	zartlila
14	Voglers Perl	"	weiß
15	Sachsa, fadenlos	"	"
16	Wachs Flageolet, weiß	"	weiß und gelb
17	Hinrichs Bunte, fadenlos . . .	"	zartlila
18	Wachs Dattel	"	weiß
19	Wachs Hinrichs	"	hell-lila
20	Nieren	"	weiß
21	Wachs Mont d'or	"	lila
22	Wachs Delikateß	"	weiß
23	Wachs Korbfüller	Stangenbohne	
24	Wachs Flageolet	"	
25	Weißer Feuerbohne	"	
26	Wachs, römische	"	
27	Wachs Mont d'or	"	
28	Phänomen	"	
29	Korbfüller	"	
30	Zeppelin	"	
31	Kapitän Weddingen, fadenlos .	"	
32	Rote Feuerbohne	"	
33	Zuckerperl, Prinzeß	"	
34	Meisterstück, fadenlos	"	
35	Rhein-Speck	"	

+ = deutliche Symptome. (+) = nur schwache Symptome.

— = nicht geprüft.

bei Busch- und Stangenbohnen.

Art der Infektion							
1930			1931				
angestochen		besprüht	angestochen		bepinselt		
Früchte	Blätter		Früchte	Blätter	Früchte	Blätter	
+	+	Ø	+	—	Ø	—	
(+)	Ø	Ø	?	—	Ø	—	
+	Ø	Ø	?	—	Ø	—	
+	+	Ø	+	—	+	—	
+	+	Ø	+	—	+	—	
(+)	Ø	Ø	+	—	Ø	—	
+	Ø	Ø	+	—	+	—	
+	(+)	Ø	+	—	+	—	
+	Ø	Ø	+	—	Ø	—	
+	Ø	Ø	?	—	?	—	
+	Ø	Ø	*)	—	*)	—	
+	Ø	Ø	*)	—	*)	—	
+	+	Ø	+	—	Ø	—	
(+)	Ø	Ø	?	—	Ø	—	
+	Ø	Ø	?	—	Ø	—	
+	Ø	Ø	+	—	Ø	—	
+	+	Ø	+	—	Ø	—	
+	Ø	Ø	?	—	Ø	—	
+	+	Ø	+	—	Ø	—	
+	+	Ø	+	—	Ø	—	
+	Ø	Ø	+	—	Ø	—	
+	+	Ø	—	—	—	—	
?	Ø	—	+	Ø	Ø	Ø	
Ø	Ø	—	+	+	Ø	Ø	
?	Ø	—	—	—	—	—	
?	+	—	+	+	+	+	
+	Ø	—	+	?	Ø	?	
Ø	Ø	—	+	(+)	Ø	Ø	
Ø	Ø	—	+	?	Ø	Ø	
?	Ø	—	—	—	—	Ø	
?	Ø	—	+	+	+	Ø	
+	Ø	—	+	+	Ø	Ø	
Ø	Ø	—	—	—	—	—	
?	Ø	—	+	?	Ø	Ø	
Ø	Ø	—	+	?	Ø	Ø	

? = Infektionserfolg zweifelhaft. Ø = keine Symptome.

*) = starker Befall durch *Gloeosporium*.

war, selbst bei besonders anfälligen Sorten, der Erfolg meist unbefriedigend. Besprühungsversuche, mittels Holderspritze unter Verwendung verhältnismäßig dichter Bakterienaufschwemmungen an zahlreichen Beeten mit 22 verschiedenen Buschbohnsensorten auf dem Dahlemer Versuchsfeld vorgenommen, verliefen sogar völlig negativ. In der beigegebenen Tabelle 1 sind die Ergebnisse von im Jahre 1930 und 1931 nach den verschiedenen Methoden durchgeführten Resistenzprüfungsversuchen an Busch- und Stangenbohnen wiedergegeben. Immerhin zeigt sich dabei, daß von den sämtlichen Buschbohnsensorten des Versuchs keine völlig immun war, andererseits läßt aber der Vergleich der Versuchsergebnisse der beiden Jahre erkennen, daß der Befallserfolg durch Stichinfektion bei Früchten im Jahre 1930 besser war als 1931. Die Stichinfektion bei Blättern im Jahre 1930 war zum Unterschied von der bei Früchten nur in einigen Fällen positiv.

Um zu eindeutigen Ergebnissen zu kommen, wurden erneut Versuche eingeleitet; dabei wurde auch der Frage besondere Beachtung geschenkt, ob es nicht möglich sei, eine erfolgreiche Infektion bereits im Sämlingsalter bei Bohnen durchzuführen.

Anfänglich wurde nur die sehr anfällige Buschbohnsensorte Flageolet Rote Pariser zu den Versuchen verwandt. Die in kleinen Töpfen im Gewächshaus zu je zwei oder drei herangezogenen Pflänzchen wurden, sobald das erste Blattpaar eben entwickelt war, durch Bepinseln oder Besprühen mit Bakterienaufschwemmungen oder durch Nadelstiche infiziert; die Aufschwemmungen wurden in Wasser, unverdünnter bzw. 1 + 1 verdünnter Bouillon oder in Kartoffelsaft entsprechender Konzentration angewandt. Zum Bepinseln wurden teilweise weiche Haar-, teilweise harte Borstenpinsel benutzt. Aber in allen Fällen war der Erfolg ungenügend.

Es wurden deshalb für die nachfolgenden Versuche noch jüngere Pflänzchen gewählt. Bohnensamen wurden in Sägemehl vorgekeimt. Sobald sich die Samenschalen öffneten und sich die Würzelchen streckten, wurden die Pflänzchen herausgenommen und mit dem oberen Teil nach Entfernung etwa noch anhaftender Samenschalen in eine Bakterienaufschwemmung eingetaucht. Die Aufschwemmung wurde jeweils mit Wasser, mit verdünntem Kartoffelsaft oder verdünnter Würze hergestellt. Die Bakterien waren auf Bouillon-, auf Kartoffel- oder auf Möhrenagar vorgezüchtet worden. Von Reinkulturen wurden die Stämme „Bo VIII“, isoliert 1928 aus Früchten von Mitteldeutschland, und „Bo 1 Ostpr.“,

isoliert 1931 aus Früchten von Ostpreußen, benutzt. Neben Flageolet Rote Pariser wurde hier auch die außerordentlich anfällige Buschbohnenorte St. Andreas geprüft; da letztere aber schon in den Kontrollen einen gewissen Prozentsatz fettfleckenkranker Pflanzen ergab, die Samen also bereits teilweise infiziert sein mußten, wurde auf ihre Verwendung später wieder verzichtet. Die Tauchzeit betrug anfänglich eine, später mehrere Minuten. Der Infektionserfolg war zwar nach dieser Methode besser, aber noch nicht hundertprozentig. Ein vollbefriedigendes Ergebnis wurde erzielt mit 18stündiger Tauchzeit in wässriger Aufschwemmung. Alle so infizierten Pflanzen erkrankten und gingen langsam ein, während die Kontrollen sich gesund weiter entwickelten.

Die lange Tauchzeit von 18 Stunden war dadurch bedingt gewesen, daß bei einem am Nachmittag begonnenen Infektionsversuch die Arbeit wegen einer anderen, sehr dringlichen unterbrochen werden mußte. Um die Bakterienaufschwemmung und die jungen Bohnenpflänzchen nicht nutzlos zu opfern, waren die Keimlinge mit dem oberen Teil in das Bad gelegt, mit einer größeren Schale überdeckt und über Nacht stehen gelassen worden. Wie die nur in Wasser getauchten Kontrollen bei ihrer späteren Entwicklung zeigten, hatte die abnorm lange Tauchzeit den Pflänzchen nicht im geringsten geschadet. Mehrfache Wiederholungen hatten denselben ausgezeichneten Infektionserfolg.

Die Versuche wurden danach fortgesetzt mit dem Ziel zu prüfen, wieweit erstens die Tauchzeit verkürzt und zweitens die Bakterienaufschwemmung verdünnt werden kann, ohne daß dabei das günstige Infektionsergebnis beeinträchtigt wird.

Es sei hier der letzte diesbezügliche Versuch vom 16. 3. 1933 mit 72 Pflanzen etwas näher erläutert. 15 Keimlinge wurden zwei Stunden lang in einer dünnen Bakterienaufschwemmung (6 Schrägagarkulturen auf 100 ccm Wasser), weitere 15 gleichlang in einer dichteren Aufschwemmung (12 Schrägagarkulturen in 100 ccm Wasser) belassen. Ferner wurden 15 Keimlinge vier Stunden lang in der dünneren und 15 ebenfalls vier Stunden lang in der dichteren Aufschwemmung gebadet. Zur Kontrolle wurden je 6 Pflanzen zwei bzw. vier Stunden mit Leitungswasser an Stelle der Bakterien-suspension behandelt. Von den 60 in Bakterienaufschwemmung getauchten Pflanzen blieb nicht eine gesund. Sie wurden höchstens bis 12 cm hoch, dann trat Entwicklungsstillstand ein. Am 11. 4. 1933 zeigten alle infizierten Pflanzen deutliche Absterbeerscheinungen,

während die Kontrollpflanzen sich vollkommen gesund entwickelt und eine Höhe von 50 cm erreicht hatten bis auf 2, die infolge eines Versehens zu naß gehalten und daraufhin verfault waren. Am 24. 4. 1933 war der größte Teil der erkrankten Pflanzen eingegangen. Am 27. 4. 1933 war nur noch ein Pflänzchen am Leben, das aber auch bereits stark kümmerete. Unterschiede im Krankheitsgrad innerhalb der 4 Serien waren nicht erkennbar.

Daraus darf also geschlossen werden, daß eine Tauchzeit von zwei Stunden vollauf genügt und daß eine Bakteriensuspension, erhalten durch Abschwemmen von 6 Agarschrägröhrchen mit 100 cem Wasser dicht genug ist, um eine sichere Infektion aller getauchten Pflänzchen zu gewährleisten.

Die Infektionsmethode gestaltet sich folgendermaßen: Die Bohnensamen werden bei 20—23° C in Sägemehl bis zum Aufreißen der Samenschale vorgekeimt; die Primärblättchen haben dann ungefähr die Größe der Kotyledonen erreicht, die Stengel besitzen zu dieser Zeit eine Länge von etwa 3 cm. Die Samenschale wird vorsichtig entfernt. Zu warten bis dieselbe von selbst abfällt, ist nicht ratsam, da die Pflänzchen bis dahin meist zu stark vergeilen. Ein noch jüngeres Stadium zu wählen, ist deshalb nicht gut, weil für die nicht mehr durch die Samenschale geschützten Keimlinge die Wachstumsperiode in der Erde zu lang ist.

Nach Entfernung der Samenschale werden die Kotyledonen seitlich etwas auseinandergebogen, damit die von ihnen umschlossenen zarten Primärblättchen gut benetzt werden können, und dann die Sämlinge mit ihrem oberen Teil so, daß die Kotyledonen völlig untertauchen, in die Bakteriensuspension eingelegt. Diese wird in der Weise hergestellt, daß sechs 48 Stunden bei 26° gehaltene Kartoffelagarschräggkulturen mit insgesamt 100 cem Leitungswasser abgeschwemmt werden. Als Tauchgefäße sind flache Porzellanschalen sehr zweckmäßig, die ihrerseits in einer feuchten Kammer untergebracht sind, damit die während der Tauchzeit frei in die Luft ragenden Wurzeln mit ihren empfindlichen Wurzelhaaren nicht eintrocknen. Nach Ablauf der Tauchzeit nimmt man die Keimlinge aus der Flüssigkeit heraus und läßt sie aus Gründen leichterer Handhabung vor dem Einpflanzen kurze Zeit an der Luft liegen bis sie oberflächlich abgetrocknet sind, dann werden sie zu je zwei in kleinere Töpfe so tief eingepflanzt, daß noch eine dünne Erdschicht über den Kotyledonen liegt. Um Fäulnis zu verhindern, sind die Töpfe stets nur mäßig feucht zu

halten. Aus dem gleichen Grunde ist darauf zu achten, daß die relative Luftfeuchtigkeit des Raumes in der sie stehen nicht über 70% ansteigt, doch darf sie andererseits auch nicht unter 50% absinken; am günstigsten ist es, sie auf etwa 60% zu halten bei einer Temperatur um 20°C herum.



Abb. 1. Infizierte Bohnenpflanzen; die Kotyledonen zeigen kleine „Fettflecke“.

An den infizierten Pflanzen, die nach einigen Tagen gegenüber den Kontrollen schon durch ein langsames Wachstum auffallen, zeigen sich zuerst an den Kotyledonen deutliche „Fettflecke“, wie das die Pflanzen der Abb. 1 erkennen lassen. Die Primärblätter bleiben kleiner, das Blattgewebe wird häufig chlorotisch bis auf eine schmale Gewebezone entlang den Adern, die allein normal dunkelgrün erscheint (Abb. 2). Diese Blattchlorosen erinnern stark an gewisse Viruserkrankungen, doch lassen sich in entsprechenden Gewebepartien Bakterien verhältnismäßig leicht nachweisen. Beim Fortschreiten der Erkrankung klappen die Primärblätter ab, so daß sie mit der Mittelrippe parallel zum



Abb. 2. Blatt einer infizierten Bohnenpflanze, chlorotisch bis auf je eine schmale grüne Zone entlang den Adern.



Abb. 3. Infizierte Bohnenpflanze mit charakteristischer Stellung ihrer Primärblätter.

Blattstiel stehen (vergl. Abb. 3). Diese Erscheinung ist außerordentlich charakteristisch und beruht nicht etwa auf einem Abwelken, denn die Blattstiele der abgebogenen Blätter sind noch vollkommen turgeszent. Zuweilen kommt es später zu einer Kräuselung oder Rollung der Blätter. Chlorotische oder wasserdurchsogen aussehende Flecke auf den Blättern, wie sie an größeren



Abb. 4. Fettfleckenkrankes Bohnenblatt einer spontan infizierten Freilandpflanze.

infizierten Pflanzen im Freiland und Gewächshaus auftreten (vergl. Abb. 4) finden sich bei dieser Infektionsmethode nur vereinzelt. Bei näherem Zusehen läßt sich bei den besonders anfälligen Sorten aber noch eine Ausscheidung verschieden großer Schleimtröpfchen am Stengel bemerken (siehe Abb. 5), und bei Lupenbetrachtung ist unschwer festzustellen, daß diese kleinen Tröpfchen aus feinen oder größeren Längsrissen der äußeren Gewebeschichten des

Stengels hervortreten¹⁾, welch' letztere bei manchen Sorten noch eine Rot- bis Rotbraun-Färbung aufweisen. Es beweist das also, daß nach dieser Methode eine Allgemeininfektion der Bohnenpflanzen erzielt wird. An Querschnitten der Stengel und der Blattstiele ist mikroskopisch leicht zu erkennen, daß ein Teil der Gefäße mit schleimigen Bakterienmassen dicht angefüllt ist, und daß

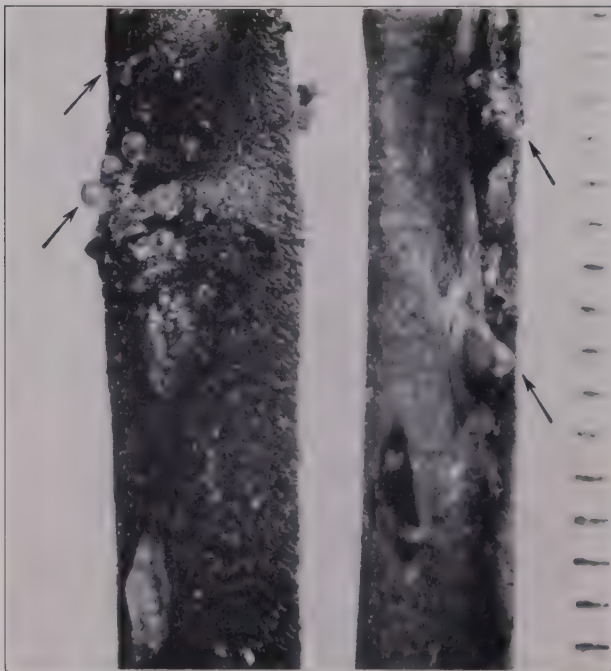


Abb. 5. Schleimausscheidungen an Rissen entlang den Stengeln junger infizierter Bohnenpflanzen.

die Bakterien von den Gefäßen aus in das kambiale Gewebe vordringen; hier müssen dann an einzelnen Stellen Spannungen erzeugt werden, die Geweberisse der äußeren Zellschichten zur Folge haben.

¹⁾ Schon Burkholder sind diese [Schleimabsonderungen bei fettfleckenkranken Bohnenpflanzen aufgefallen, denn er sagt 1926 „ . . . small gray viscid drops have been observed on the lesions“ und Florence Hedges hat die gleiche Erscheinung beobachtet, denn sie schreibt 1928 „There are often cracks in the stem from which emerges a whitish exudate“.

Schließlich kommt es zu einem langsamen Abwelken der im Wuchs gehemmten Pflanzen von oben her. Die Entwicklungshemmung ist bei anfälligen Sorten so stark, daß die Primärblätter bereits kleiner bleiben und es zur Ausbildung und Entfaltung der Fiederblätter gar nicht mehr kommt (vergl. Abb. 6).



Abb. 6. Links in Wasser, rechts in Bakterienaufschwemmung im Keimstadium gebadete Bohnenpflanzen gleichen Alters.

Bei der Sorte „Sachsa, fadenlos“, die von verschiedenen Seiten als resistent bezeichnet wurde, sich nach diesem und anderen Verfahren von mir geprüft aber ebenfalls als anfällig erwies, wenn auch bei weitem nicht so stark wie die Sorten Flageolet Rote Pariser und St. Andreas, konnte kein Austritt von Schleim aus

den unteren Stengelpartien beobachtet werden, obwohl auch hier rotbraune Längsstreifen auftraten und mikroskopisch in den Gefäßen Bakterienmassen nachweisbar waren.

Es ist ratsam, zu den Resistenz-Prüfungen stets eine als besonders anfällig bekannte Bohnensorte mit heranzuziehen, einmal um sicher zu gehen, daß die angewandten Bakterienreinkulturen auch eine genügende Virulenz besitzen, zum anderen um stets eine Vergleichsmöglichkeit beim Auftreten der verschiedenen Krankheits-symptome zu haben.

Da die Ausbreitung der Bakterien innerhalb der Pflanze hauptsächlich durch die Gefäße vor sich geht und dieser Vorgang hier mikroskopisch leicht verfolgbar ist, gehört die Fettfleckenkrankheit der Bohnen ebenso wie die Ringfäule der Kartoffeln, die bakterielle Welkekrankheit der Tomaten und die Gelbfäule der Hyazinthen zu den Tracheobakteriosen.

Zusammenfassung.

Es wird ein Tauchverfahren für Bohnenkeimlinge beschrieben, bei dessen Anwendung es möglich ist, einwandfreie Untersuchungen über Anfälligkeit oder Resistenz der verschiedenen Bohnensorten gegenüber dem Erreger der Fettfleckenkrankheit, *Pseud. medicaginis* var. *phaseolicola* Burkh. durchzuführen.

Literatur.

1. Hedges, Fl., Bacterial diseases of beans in some western commercial seed-growing and canning areas and southern trucking sections in 1927 and 1928. The Plant Disease Reporter **12**. 1928. 121—122.
2. Wieringa, K. F., De vetvlekkenziekte, een voor Nederland nieuwe ziekte by bruine Boonen (*Phaseolus vulgaris*). Tijdschr. over Plantenziekten **36**. 1920. 84—88.
3. Burkholder, W. H., A new bacterial disease of the bean. Phytopathology **16**. 1926. 915—927.
4. Stapp, C. und Kotte, W., Die Fettfleckenkrankheit der Bohne, eine für Deutschland neue, durch Bakterien hervorgerufene Pflanzenkrankheit. Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzdienst **9**. 1929. 33—37.
5. Burkholder, W. H., The bacterial diseases of the bean. A comparative study. Cornell Agric. Exp. Stat. Mem. **127**. 1930.
6. Bremer, H., Die Fettfleckenkrankheit der Bohnen. Obst- und Gemüsebau **76**. 1930. 156—157.
7. Groß, E., Die Fettfleckenkrankheit der Bohne. Geisenheimer Mitt. Obst- u. Gemüsebau **46**. 1931. 174—176.
8. Kotte, W., Zur Kenntnis der „Fettfleckenkrankheit“ der Bohne. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. -schutz **41**. 1931. 12—19.

***Tephrosia Vogelii* Hook f. als Fischgiftpflanze im früheren Deutsch-Ostafrika.**

Von

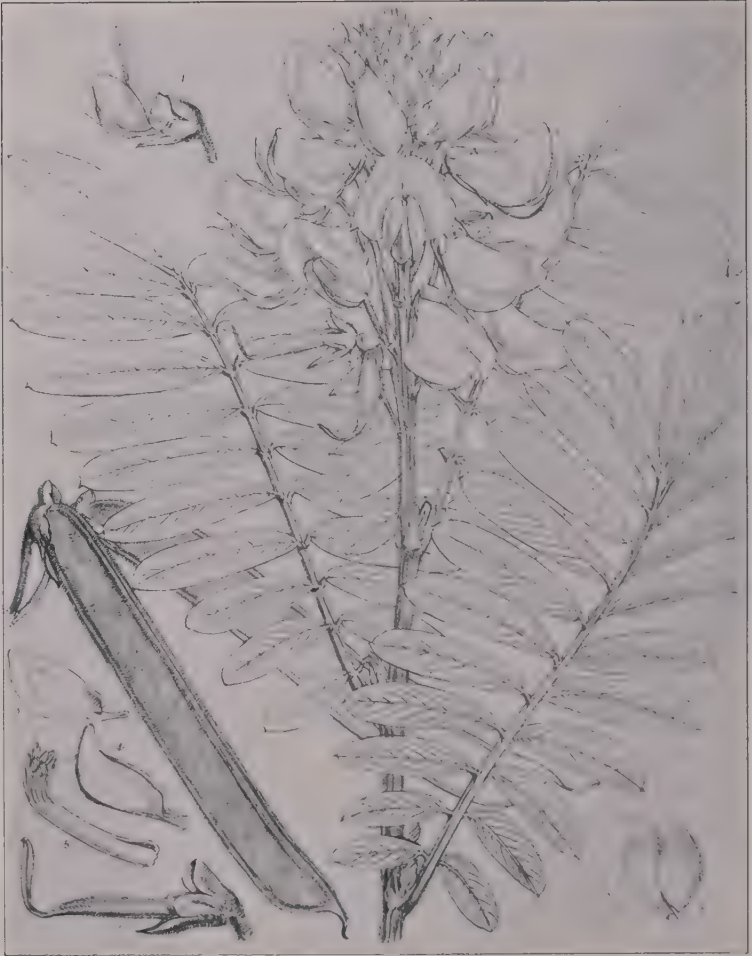
Professor **Dr. K. Braun**, Stade.

Allgemeines.

Botanisches. Der meist 1,5, aber auch bis 3 m hohe Strauch gehört zu den Schmetterlingsblütlern oder Leguminosen. Die Wurzeln gehen tief in die Erde (24a, 36). Die unpaarig gefiederten Blätter bestehen aus sehr kurz gestielten, ganzrandigen, bis 5 cm langen und besonders nach der Spitze zu bis 1,5 cm breiten Blättchen. Die Mittelrippe der Blättchen ist meist zu einem kleinen Spitzchen verlängert. Die weiß oder weiß und violett gefärbten, großen Blüten stehen in reichen Trauben an den Endtrieben. Die Einzelblüten bestehen aus der rundlichen, an der Spitze wenig eingekerbten 2,5 cm langen und 2 bis 2,3 cm breiten Fahne, den ebenso langen und bis 1 cm breiten Flügeln und dem vorn abgestumpften Schiffchen. Von den Staubfäden sind neun miteinander verwachsen, der zehnte ist frei. Das Pistill ist nach der Spitze zu verbreitert. Die Frucht ist eine flach zusammengedrückte, dicht mit gelbgrauem Haarfilz bedeckte, vielsamige Hülse. Auch sonst ist die Pflanze mit seidenartigen Haaren bedeckt, die besonders den Jungtrieben und den Kelchen einen goldbraunen Schimmer verleihen. Sie ist über das ganze tropische Afrika verbreitet und wurde ihres schönen Aussehens wegen als Zierstrauch empfohlen (19a, 501).

Bestandteile. Um 1882 wurde auf dem Drogenmarkte in London eine Wurzel eingeführt, von der man vermutete, daß sie von einer *Tephrosia*-Art abstamme und von der man wußte, daß sie als Fischgift Verwendung fand (11, 547). Die Blätter enthielten Tephrosin. Dasselbe wirkt noch in Verdünnung von 1 : 50 000 000 auf Fische giftig und soll das stärkste aller seither bekannten Fischgifte (14, 150, 498) sein. Für Warmblüter durch den Mund aufgenommen ist es fast ungiftig (25, 154). Nach Greshoff (13, 743) enthält die Pflanze Derrid. *Tephrosia Vogelii* soll ebenso schnell auf Fische einwirken wie *Derris elliptica*. Das Gift soll in der Rinde, der Wurzel und den Samen enthalten sein. Salzwasser-

fische sollen demselben besser widerstehen als Süßwasserfische. Auch Schnecken scheinen recht empfindlich dagegen und sollen bereits durch Verdünnungen von 1 : 25 000 000 getötet werden. Ein alkoholischer Auszug aus den Blättern und Samen gilt als In-



Tephrosia Vogelii Hook f.

Blühender Zweig und Frucht. 1 Blüte. 2 Fahne. 3 Flügel. 4 Schiffchen. 5 Staubfäden. 6 junge Frucht. (Nach Oliver, Bot. of the Speke and Grant Expedition. London 1872. The Transact. of the Linnean Society of London.

Vol. XXIX, pt 3, Tab. 31.)

sektizid von der Wirksamkeit des Nikotins (8, 39). Auf die chemischen Verhältnisse kann hier nicht näher eingegangen werden und sei in dieser Hinsicht auf die Zusammenstellung von Houben (18, 80—88) hingewiesen. Nach den Befunden zu schließen, dürfte die Pflanze sich in ähnlicher Weise als Insektizid verwenden lassen wie *Derris elliptica*.

Spezielles.

Vorkommen, Namen und Verwendung in den verschiedenen Bezirken:

1. Bagamoyo. In Useguha heißen *Tephrosia*-Arten tuha (vgl. Küstengebiet) oder kibarazi (26, IX), wobei das letztere Wort soviel wie nach Art der Straucherbse (*Cajanus indicus* Spr.) bedeutet, mit der die Pflanze nach Ansicht der Eingeborenen eine entfernte Ähnlichkeit besitzt. Eine direkte Nachricht über die Verwendung zum Betäuben der Fische ist mir für die dortige Gegend nicht zur Kenntnis gekommen, doch besitzen die Seguha in ihrer Sprache die allgemein für Fischgift gebräuchliche Bezeichnung utupa (21, 52), d. h. ein von der tupa-Pflanze, Sammelname für ein aus Euphorbiaceen (33, 289) oder *Tephrosia Vogelii* gewonnenes Produkt, wodurch es wahrscheinlich wird, daß diese und ihr Gebrauch bekannt sind.

2. Bismarckburg. In Urungu wird die Pflanze zum Betäuben der Fische benutzt. Man verwendet hierzu die zu Brei zerstampften Blätter (35, 237). Ein Bericht von Zenke (38) sagt: die Früchte von kawamsi (= *Tephrosia Vogelii*) werden mit hombue, einer Pflanze mit dicken Wurzeln und den Blättern und Früchten des tumlatupa (= *Maba* sp.) Strauches in einem Mörser zerstampft. Der Brei kommt in einen nicht zu weitmaschigen Korb und wird dann im Wasser geschwenkt. Diese Sitte ist bei den Rungu im Gebrauch. Der Genuß der betäubten Fische hat keine nachteiligen Folgen. Fromm (12, 80) nennt als Fischgift der Fipa die ombwe-Pflanze und dürfte diese identisch sein mit der soeben genannten hombue. Von demselben Forscher (16a) in Urungu, in Höhen von 1200 m gesammeltes Material, dessen Blätter zerstampft und beim Fischfang ins Wasser geworfen werden, konnte als *Tephrosia Vogelii* bestimmt werden. Dasselbe Wort führt Scott (27, 494) aus der Manganja-Sprache an, die in Britisch-Zentralafrika gesprochen wird, also dem hier behandelten Gebiete benachbart. Er sagt: „ombwe oder wombwe ist eine Art Bohne, mit weißen Blüten und

dicht golden behaarten Hülsen, ein Strauch der als Fischgift gebraucht wird und aus dessen Fasern man Stricke herstellt.“ Nur die goldig behaarten Hülsen passen zu *Tephrosia*, alles andere, auch die bei Zenke genannten dicken Wurzeln, nicht, so daß diese Pflanze der Nachprüfung bedarf. Am Mtambo-Fluß heißt sie buwa und wird angebaut. Man stampft die bitterlich schmeckenden Blätter und Stengel und wirft den vorher getrockneten Brei ins Wasser. Nach kurzer Zeit schwimmen die betäubten Fische an der Oberfläche (16a).

3. Daressalam. Nach Holtz (16a) war 1903 in den Pugubergen der Gebrauch von utupa bekannt. Man kochte die Zweige mit den Blättern aus und goß die Brühe in fischreiche Gewässer, wodurch die Tiere getötet wurden.

4. Iringa. Nach Angaben aus dem Jahre 1912 (17) heißt *Tephrosia Vogelii* hier kondo und tupa. Sie wird von den Hebe vielfach angebaut und als Fischgift gebraucht. Weitere Namen bei ihnen sind kibarazi, tuha oder tununga (16, 69).

5. Kilwa. Von Thurmann (30) wurden bei Kibata eine Anzahl Vorschriften von Mitteln der dortigen Medizinmänner gesammelt, die er mir 1912 übergab. Wenn das dort vorkommende Wort tupa auf *Tephrosia Vogelii* gedeutet werden darf, so werden daselbst zum Vergiften von unliebsamen Menschen benutzt: die Galle des Krokodils mit der Wurzel der tupa, zerstampft, getrocknet, gemischt und im Essen beigebracht oder dieselbe Wurzel mit der Galle der futa-Schlange (33, 86) in gleicher Weise zubereitet und angewendet oder die Blätter der tupa mit der Wurzel des tele ebenso behandelt und gebraucht. Ob tele hier auf *Erythrophloeum guineense* Don. gedeutet werden darf ist unsicher. Dieser Baum ist zwar in Ostafrika von vielen Stellen bekannt, der Name teli oder tali für ihn, aber bis jetzt nur von der Westküste (24, 33. — 29, 188. — 39, 126).

6. Küstengebiet. Überall ist für die Pflanze das Wort m-tupa in Gebrauch, während u-tupa allgemein Fischgift bezeichnet (28, 463). Nach Sacleux (26, IX) wird *Tephrosia densiflora* Hook. ebenso genannt und findet Verwendung zu Pfeilgift (37, 252). Das Zeitwort ku-tupa bedeutet „fortwerfen“ (33, 449), so daß es sich hier um eine Sache handelt, die besser fortgeworfen werden soll, also etwas Schlechtes. Die Bezeichnung kibarazi ist ebenfalls weit verbreitet (vgl. Bagamojo). Das weiter an der Küste übliche Wort tua wurde bereits von Krapf (22, 256) gesammelt und stellt

nach ihm einen Strauch dar, dessen Früchte in der Medizin der Eingeborenen Verwendung finden. Das Zeitwort ku-tua heißt „reiben“ oder „zerkleinern durch reiben“ (22, 380) und deutet auf die Anwendungsweise der Pflanze hin, die vor Gebrauch entweder zerstampft oder zwischen Steinen zerrieben wird. Vibrans (34) führt als Suaheliwort kikundembala an. Der erste Teil bedeutet „ähnlich der kunde“ (= *Vigna sinensis* DC), während mbala der Buschbock heißt, womit wohl zum Ausdruck gebracht werden soll, daß der Buschbock die Blätter liebt.

7. Langenburg. Nach einer Angabe von Herrmann (17) ist der Gebrauch als Fischgift im Kondelande bekannt. In einer Höhe von 1350 m über dem Meere wurde die Pflanze nach A. Stolz bei Kyimbila von den Leuten unter dem Namen nkondo angepflanzt und ebenso, allein oder gemischt mit anderen Pflanzen gebraucht (16 a).

8. Lindi. Im Jahre 1897 beschreibt Berg (2, 219) eine Fischfangmethode der Yao im Lindi-Hinterlande, bei der die Hülsen der tshinyenye-Pflanze im Mörser zerstampft und der Brei in Gras eingehüllt wird. Man schwenkt dann diese Bündel so lange im Wasser hin und her, bis ein seifenartiger Schaum entsteht, der die Fische betäubt. Die Verwendung und Auswirkung deutet auf *Tephrosia Vogelii*. Dieselbe Art, zu gleichem Gebrauch, fand Busse (7, 109) im Matengo-Lande. Der Ort Mtua am Lukuledi-Flusse soll seinen Namen von einem Busche ableiten, dessen Früchte zur Arznei dienen (20, 78). Wie unter „Bagamoyo“ und „Küstengebiet“ ersichtlich, ist dies die Bezeichnung für *Tephrosia*. Im November 1908 wurde mir in der nächsten Nähe von Lindi der Strauch mit dem Namen nudu bezeichnet. Die vielen verschiedenen Worte finden eine Erklärung durch die Fülle der gerade in diesem Bezirk vorhandenen Dialekte.

9. Mahenge. Hendle (15, 91) führt aus der Sprache der Pogoro an: tutu gwa kolla als Fischbetäubungsgift. Es ist aber noch nicht einwandfrei bekannt, ob hierunter *Tephrosia*-Arten verstanden werden dürfen, während bei dem im Mugwetal bei Massagati, die unter der Bezeichnung gipangepange als Fischgift gesammelte Pflanze als hierher gehörend bestimmt werden konnte (16 a). Der Name darf wahrscheinlich der Form der Früchte wegen mit panga-Schwerter in Zusammenhang gebracht werden und wäre dann mit „kleine Schwerter“ wiederzugeben.

10. Morogoro. Am Wami-Flusse dienen die Blätter ebenfalls zur Betäuben der Fische (9, 593) und aus Lussegwa in Ost-Ulu-

guru ist für *Tephrosia Vogelii* der Name tupa gebräuchlich (4. 403), während Stuhlmann 1894 ebenda, dafür das Wort kibarasa sammelte (16 a).

11. Pangani. In diesem Bezirk wird für den in ihn fallenden Teil von Useguha das Wort tuha für die Pflanze benutzt, genau wie im Bezirk Bagamoyo (28, 463). Bei Tamota in der Gegend von Handeni wurde 1927 beobachtet, daß man die Blätter zerstampfte und in das Wasser streute (16 a), um Fische damit zu fangen.

12. Ssongea. Bereits 1896 war bekannt, daß die Pflanze am Westufer des Nyassa zum Fischfang benutzt wurde, wobei der ganze Strauch ins Wasser geworfen wurde (16 a). Busse (4, 109) fand sie bei den Matengo als Fischgift kultiviert. Ein Bericht aus dem Jahre 1908 sagt, daß die Eingeborenen die zerriebenen Blätter zu dem gleichen Zwecke verwenden (3).

13. Tabora. Bei den Galaganza heißt die Pflanze tunungu. Die Samen werden gemahlen und in die Teiche geworfen, wodurch die Fische betäubt werden und an die Oberfläche kommen (31, 226). Bei Tumbwi sammelte Vibrans (34) bei den dortigen Nyamwezi das Wort kanuka dafür und gab an, daß dieser Busch bei den Leuten als Futterpflanze für Kühe und Ziegen gelte.

14. Tanga. 1890 erwähnt Baumann (1, 125) utupa als Mittel zum Betäuben der Fische. Die dazugehörige Pflanze besitzt nach ihm eine Schmetterlingsblüte, wird bei den Bondei angepflanzt und an der Küste an Fischer verkauft. Der Mißbrauch der gedachten Fangmethode griff derartig um sich, daß 1903 eine Verfügung des Bezirksamts in Tanga die Verwendungsweise verbot, jedoch mit geringem Erfolg, da die empfohlene Ausrottung des starken Auftretens wegen unmöglich war. Selbst Abbrennen hatte keinen Zweck, weil die Wurzeln stets neu ausschlugen (32, 44). Aus dem Jahre 1904 ist folgender Bericht von Karasek (19, 64—65) beachtenswert. Bei den am Sigi wohnenden Digos wird der Strauch bei jedem Haus gebaut und als „dawa ya samaki“ d. h. Fischmedizin verwendet. Zu gedachtem Zweck stellten sich einige Männer in den Fluß und wuschen stromabwärts die zerstampften Blätter aus. Auf großen Steinen, die im Flußbette lagen, standen einzelne mit Knüttel oder Pfeilen bewaffnet und weiter unterhalb wurde das ganze Gewässer abgesperrt. Nach etwa 6 Minuten schwammen bereits Hunderte von Fischen an der Oberfläche und wurden entweder erschlagen oder an tieferen Stellen mit den Pfeilen gespießt

(22. September 1903) (18a, 441). 1914 wurde mir, in einem Dorfe am oberen Sigi, von den Eingeborenen Ähnliches erzählt, daß man nämlich die Blätter zerstampfte und in einem locker geflochtenen Korbe oder Sacke in das Wasser halte. Bei starker Strömung werde an geeigneten Stellen durch Einstecken von Holzstäbchen eine Abzäunung hergestellt. An vielen Orten wird *Tephrosia* von den Eingeborenen bei den Hütten oder als Einfassung der Wege angepflanzt (10, 96).

15. Urundi. Im Seengebiet in der Nähe von Usumbura sammelte sie 1905 Keil (16a) in den Mugasanga-Bergen in Höhen von 1700 m unter dem Namen teruguna.

16. Utete (Mohorro). Stuhlmann (16a) fand die Pflanze 1894 bei Ukurutini auf Sandboden. Die Rufiji-Leute pflanzten sie unter dem Namen kibarasa (vgl. Bagamoyo) an und war die Verwendung zu Fischgift bekannt.

17. Wilhelmstal (Luschoto). Die Schambala haben für den Strauch den Namen domboza (23, 263). Er wird häufig kultiviert. Die Eingeborenen legen zu gedachtem Zwecke zwei Samen in Abständen von je einem Meter in den Boden. Wenn beide aufgehen, läßt man die Pflänzlinge zusammen stehen. Bei Kalalai versorgt ein großes Feld die ganze Umgebung. Bei Verwendung wird das Kraut zwischen Steinen zerquetscht und dann ins Wasser geworfen (36, 196). Die als Fischgift dienende Leguminose, die Buchwald (6, 224) als 3 m hoch werdenden Strauch, mit großen, weißen Blüten, graufilzigen Früchten und dem Namen utupa oder kola bezeichnet, war ebenfalls *Tephrosia Vogelii*. Bei Bumbuli wird sie kala genannt. Die Schambala errichten bei Anwendung von Fischgift im Bach einen Steindamm (= lukindo), geben ihm durch eingeschlagene Pfähle einen festen Halt, verstopfen die Schlupflöcher mit Gras und vergiften bachabwärts (10, 96). Bereits 1898 beobachtete Volkens (16a) bei Soga, daß die zerstampften Samen beim Fischfang Verwendung fanden.

Kultur und Aufbereitung.

Über den von den Eingeborenen betriebenen Anbau wurde unter den einzelnen Bezirken bereits das Nötige angegeben. Sonst läßt die Pflanze sich leicht aus Samen heranziehen. Nach in Amani von Brönnle (5) gemachten Beobachtungen keimten von 100 Samen nach 5—6 Tagen 84 Stück. 100 frische Samen wogen 5 g. Nach meinen ebenda gemachten Untersuchungen gaben:

100 Teile Blätter und Stiele frisch	= 36 Teile trocken und zwar
	30 Teile Blätter und 6 Teile Stiele
100 Teile Zweige frisch	= 46 Teile trocken
100 Teile Wurzeln frisch	= 30 Teile trocken.

Die Namen der Eingeborenen.

Die Präfixe sind im Text weggelassen, jedoch hier soweit sie aus Druckschriften bekannt sind in Klammern beigelegt. Die Zahlen deuten auf die Bezirke hin, in denen die Namen gebräuchlich sind.

buwa (m-) 2.	kibarazi 1. 4. 6.	teruguna 15.
dawa ya samaki 14.	kikunde-mbala 6.	tshinyenye 8.
domboza (mu-) 17.	kola (m-) 17.	tua 6. 8.
futa 5.	kondo (m-) 4.	tuha (m-) 1. 4. 11.
gipangepange 9.	nkondo 7.	tumlatupa 2.
hombue 2.	nudu 8.	tununga (m-) 4.
kala (m-) 17.	ombwe 2.	tunungu 13.
kanuka 13.	tali 5.	tupa (m-) 1. 4. 5. 6. 10.
kawamsi 2.	tele (m-) 5.	tutu (m-) gwakolla 9.
kibarasa 10. 16.	teli 5.	utupa 1. 3. 6. 14. 17.
		wombwe 2.

Literatur.

1. Baumann, O., Usambara, Berlin 1891.
2. Berg, Das Bezirksamt Mikindani. Mit. a. d. deutsch. Schutzgebieten (Danckelmann), **10**, 1897, 219.
3. Bericht des Bezirksamtes in Ssongea, 1908. (Handschriftlich.)
4. Botanische Jahrbücher, **28**, 403.
5. Brönnle, H. (früher Amani), Privatmitteilung 1933.
6. Buchwald, J., Beitrag z. Gliederung d. Vegetation von West-Usambara. Danckelmanns Mit. a. d. deutschen Schutzgebieten, **9**, 1896, 213—233.
7. Busse, W., Forschungsreise durch den südlichen Teil von Deutsch-Ostafrika. Der Tropenpflanzer, **6**, 1902, Beih. 3.
8. Der Fischfang mittels Pflanzengiften. Der Tropenpflanzer. **35**. 1932, 39.
9. Der Tropenpflanzer, **4**, 1900, 593.
10. Eichhorn, A., Beiträge zur Kenntnis der Waschambaa. Nach hinterlassenen Aufzeichnungen von A. Karasek. Baessler-Archiv, Berlin, **3**. 1912. Sonderabdruck.
11. Fischgift. Archiv der Pharmazie, **220**, 1882, 547.
12. Fromm, P., Ufipa-Land und -Leute. Mit. a. d. deutschen Schutzgebieten. **25**, 1912, 79—101.

13. Greshoff, M., Zur Kenntnis der Saponinpflanzen. Pharmazeut. Zentralhalle, **33**, 1892, 743.
14. Hanriot, Compt. rend., **144**, 1907, 150 u. 498.
15. Hendle, J., Die Sprache der Wapogoro. Archiv f. d. Studium deutscher Kolonialsprachen, **6**, 1907, 1—171.
16. Hentschel, K., Gründungsfragen im Kaffee- und Teebaugebiet des Iringabezirks. Das Hochland, Mufindi (Tanganyika Territory), **2**, 1932, 58—73.
- 16a. Herbarium des Botanischen Gartens und Museum in Berlin-Dahlem. (Handschriftlich.)
17. Herrmann, Missionar, Mitteilung aus dem Jahre 1912. (Handschriftlich.)
18. Houben, J., Über insektentötende Pflanzenstoffe. Anzeiger für Schädlingskunde, **8**, 1932, 80—88.
- 18a. Karasek, A., Aus Tanga. Koloniale Zeitschrift, **4**, 1903, 441.
19. —, Beitrag zur Kenntnis der ostafrikanischen Kulturpflanzen. Die Gartenflora, **53**, 1904, 64—65.
- 19a. —, Die ostafrikanischen Pflanzen, welche in unseren Gartenanlagen eingeführt werden sollten. Gartenflora, **53**, 1904, 501.
20. Kausch, O., Deutsches Kolonial-Lexikon. Dresden 1903.
21. Kisbey, W. H., Zigula-English Dictionary. London 1906.
22. Krapf, L., Dictionary of the Suaheli Language. London 1882.
23. Lang-Heinrich, F., Schambala Wörterbuch. Hamburg 1921.
24. Niederlein, G., Ressources végétales des Colonies Françaises. Paris 1902.
- 24a. Notizen über Versuche mit bodenbedeckenden und Heckenpflanzen. Das Hochland, Mufindi, **3**, 1932, 35—37.
25. Priess, H., Pflanzenlaktone als Fischfanggifte. Arb. a. d. pharmazeut. Inst. d. Universität Berlin, **8**, 1911, 154.
26. Sacleux, R. P. C., Dictionnaire Français-Swahili. Zanzibar-Paris 1891. Appendix I—XXXVI.
27. Scott, D. C., A cyclopaedic Dictionary of the Mang'anja Language. Edinburgh 1892.
28. Stuhlmann, F., Beiträge zur Kulturgeschichte Ostafrikas. Berlin 1909.
29. Teli. Archiv d. Pharmacie, **211**, 1877.
30. Thurmann, Gifte und Medizinen. Kibata 1912. (Handschriftlich.)
31. v. Trotha, Der Wald um Tabora in Deutsch-Ostafrika. Notizbl. des K. botan. Gart. u. Museums, Berlin-Dahlem, **5**, 1911, 212—231.
32. Utupa. Der Pflanzer, Tanga, **1**, 1905, 44—45.
33. Velten, C., Suaheli Wörterbuch, I. Teil. Berlin 1910.
34. Vibrans, Mitteil. vom April 1914. (Handschriftlich.)
35. Volkens, G., Verzeichnis der von Hauptmann Fromm in Deutsch-Ostafrika gesammelten Pflanzen, nach ihrer Verwandtschaft geordnet. Mitt. a. d. deutschen Schutzgebieten, **25**, 1912, 235—238.
36. Warburg, O., Die Kulturpflanzen Usambaras. Danckelmanns Mitt. a. d. deutschen Schutzgebieten, **7**, 1894, 131—199.
37. Winkler, H., Botanisches Hilfsbuch. Wismar 1912.
38. Zencke, Berichte vom 18. 3. 1914. (Handschriftlich.)
39. Zörnig, H., Arzneidrogen II, Leipzig 1913.

Kühlagerungsversuche an Obst und Gemüse.

Von

J. Kochs.

Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau, Berlin-Dahlem.

Einleitung.

Während in den Vereinigten Staaten, England, Frankreich und neuerdings auch in Italien schon seit einer Reihe von Jahren ausgedehnte Versuche bzw. Konservierung von Obst und Gemüse durch Einkühlung vorgenommen wurden, und man auf wissenschaftlicher Grundlage beruhende Untersuchungen über die Veränderungen dieser Gartenbauprodukte bei der Lagerung anstellte, konnte man bisher in Deutschland auf diesem Gebiete nicht in gleichem Maße wie das Ausland tätig sein. Es dürfte dies zum Teil daran gelegen haben, daß man in führenden Kreisen des Deutschen Obstbaues die Durchführung anderer Aufgaben für zunächst notwendiger erachtete.

Immerhin liegen jedoch beachtenswerte Ergebnisse auch schon hier vor (s. unter Literatur am Schluß dieser Veröffentlichung). Als ein besonderer Fortschritt ist die Gründung des Arbeitsausschusses für die Kühlagerung von Obst und Gemüse beim Verein Deutscher Ingenieure (Fachausschuß für die Forschung in der Lebensmittelindustrie) zu begrüßen, welcher seine Arbeiten im Herbst vorigen Jahres aufnahm.

Es hat sich nun gewissermaßen wie ein roter Faden bei Einkühlungen immer wieder die Beobachtung ergeben, daß eine Kaltlagerung nur dann von Erfolg sein kann, wenn man den besonderen Eigentümlichkeiten jeder Sorte auch Rechnung trägt. Dies erfordert für Obst wie Gemüse neben einer genauen Kenntnis der Sorteneigentümlichkeiten auch ein eingehendes Studium des Verhaltens der einzelnen Sorten bei der Lagerung in verschiedenen Temperaturen. Man weiß z. B. sehr wohl, daß viele Sorten bei normaler Lagerung auch normal und rechtzeitig reifen, während dieselben Sorten eingekühlt sich abweichend verhalten. Sie können dann im letzteren Falle

1. ebenfalls normal reifen, jedoch mit einiger Verzögerung,
2. nicht reif werden, sondern hart bleiben bzw. einschrumpfen,
3. sich wie 2. verhalten, jedoch bei nachträglicher gewöhnlicher Lagerung noch reif werden.

Umfangreiche Versuche an Kernobst, die namentlich in England durchgeführt wurden, führten weiterhin zu dem Ergebnisse, daß teilweise auch eine Beeinflussung durch das Alter des Baumes, Bodenart, auch des jeweiligen Jahres (klimatologische Ursachen), sowie Art der Fruchteinhüllung u. a. festgestellt werden konnten.

Diese Faktoren und andere mehr müssen an Versuchen studiert werden, wenn man alle Bedingungen klarstellen will, welche als die Ursachen einer erfolgreichen Kühlagerung anzusehen sind. Im folgenden soll über Versuche berichtet werden, die mit Hilfe einer Kelvinator-Kühlanlage in der Abteilung für Obstverwertung der Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau in Berlin-Dahlem gemacht worden sind.

Die Kelvinator-Kühlanlage.

Zur gleichzeitigen Vornahme von Versuchen verschiedener Art ist die Anlage in Form von vier aneinandergebauten Kühltürmen eingerichtet worden. Jeder Schrank, der mit einer Isolierung aus durch und durch imprägnierten Korksteinplatten ausgerüstet ist, hat die Innenabmessungen von 1,33 m Breite, 0,64 m Tiefe, 1,60 m Höhe, was einem Rauminhalt von 1,36 cbm pro Schrank entspricht. Drei Schränke hiervon sind 8 cm stark isoliert und für Temperaturen von $+2^{\circ}\text{C}$ bzw. $+4^{\circ}$ bis $+6^{\circ}\text{C}$ oder $+6^{\circ}$ bis $+8^{\circ}\text{C}$ bestimmt. Der vierte Schrank, der eine 16 cm starke Isolierung aufweist, gestattet, Versuche bei Gefriertemperaturen vorzunehmen und ist für eine Kühlung bis zu -10°C vorgesehen.

Die Kühlung der einzelnen Schränke, welche auf verschiedene Temperaturen unabhängig voneinander eingestellt werden können, erfolgt durch eine Kelvinator-Einrichtung. Ein elektrisch angetriebener Kelvinator-Kompressor, Modell R 10, ausgerüstet mit einem 1 PS Drehstrom-Kurzschlußanker-Motor, der auf gemeinsamer Grundplatte mit Kompressor und Kondensator montiert ist, bildet die Energiezentrale für die Kälteversorgung.

Die Kühlung jedes einzelnen Schrankes erfolgt durch je einen Querflossenverdampfer, Kelvinator-Modell 4886, welche durch dünne, blanke Kupferrohrleitungen mit dem vorbezeichneten Kompressor-Aggregat verbunden sind.

Kühlen ist nichts anderes als Entziehung von Wärme, dergestalt, daß auf den sogenannten Kühlkörper, der eine tiefere Temperatur hat als die Umgebung, welche zu kühlen ist, der Wärmehalt des umgebenden Raumes strömt. Dadurch erniedrigt sich die Tempe-

ratur des Kühlraums und die Temperatur des Verdampfers, der die Wärmemenge aufgenommen hat, müßte steigen. Um dieses zu verhindern, werden aus dem Verdampfer durch das Kompressor-Aggregat die erwärmten Dämpfe des Kältemittels, mit denen Verdampfer und Kompressor gefüllt sind, abgesaugt, so daß neues flüssiges Kältemittel in den Verdampfer gelangt und dort der Kühlprozeß fortgeführt werden kann. Die aus dem Verdampfer abgesaugten, etwas angewärmten Dämpfe gelangen in den Kompressor und werden dort verdichtet, sodann in diesem komprimierten Zustande durch die Rohre eines luftgekühlten Kondensators geleitet, wo sich infolge der physikalischen Eigenschaften des Kältemittels die verdichteten Dämpfe verflüssigen, nachdem die Kompressionswärme an die Luft des Maschinenraumes abgegeben worden ist. Das flüssige Kältemittel, welches Maschinentemperatur aufweist, wird sodann wieder in blanken Kupferrohrleitungen zu den einzelnen Verdampfern geführt, und wird dann je nach Bedarf wieder zur frischen Verdampfung herangezogen, welche je nach der Einstellung der Absaugstärke bei -10° bis -25°C liegt.

Verbrauch an elektrischer Kraft für den Kelvinator.

Der Stromverbrauch belief sich in der Berichtszeit von 10 Monaten (vom 6. Oktober 1930 bis 20. Juli 1931) auf 584 Kilowattstunden. Die Kosten hierfür betrugen insgesamt 217,28 RM.

Da aber anfangs (vom 6. — 29. Oktober) noch nicht der wesentlich billigere Nachtstromtarif in Kraft treten konnte, wäre in Wirklichkeit der Gesamtkostenpreis wesentlich niedriger ausgefallen. Er hätte dann nur 133,28 RM. betragen, entsprechend einem Tagesverbrauch von 2,04 Kilowattstunden, einem Tageskostenpreis von 22,8 Reichspfennigen, bei einem Gesamtnutzungsraum von 5,47 cbm. Es berechnet sich somit je cbm Nutzungsraum ein Tagesverbrauch von 0,37 Kilowattstunden und ein Tageskostenpreis von 4,2 Reichspfennigen.

Verlauf der Temperatur und der Feuchtigkeit (rel.) in den Kühlzellen.

Temperatur und relative Feuchtigkeit unterstanden einer täglichen Kontrolle, wie sich aus den Beobachtungen in den nachfolgenden Monatsübersichten ergibt.

Aus den Durchschnittswerten nachstehender Tabellen wurden die Temperatur- und Feuchtigkeitsmittel errechnet. Schrank 1, welcher für Versuche bei tieferer Temperatur vorgesehen war,

wurde für die Periode April bis Juli aus bestimmten Gründen tiefer eingestellt. Die Mittelwerte wurden bei diesem Schrank aus der ersten Hälfte (I) (Dezember—März) und der zweiten Hälfte (II) (April—Juli) gesondert festgestellt.

Es betragen:

Temperaturmittel				Feuchtigkeitsmittel			
Schränk				Schränk			
1	2	3	4	1	2	3	4
I —0,3°	+2,8°	+3,3°	+2,8°	I 82 %	86 %	86 %	86 %
II —5,1°		„	„	II 76 %			

Gemüseköhlagerungsversuche.

Gurken.

In der Zeit von Anfang Oktober bis Mitte Mai wurden 11 Versuche mit Gurken vorgenommen; der Jahreszeit entsprechend mußte Treibhausmaterial gewählt werden. Eine gewisse Gegensätzlichkeit sowie ein möglicher Zusammenschluß zweier verschiedener Kulturen, nämlich der Erzeugnisse aus Treibhäusern, andererseits aus dem Freiland, ist in diesem Fall, sowie bei allen anderen Gemüsen und Obstsorten und -sorten von großem Interesse.

Sieben der bislang gemachten Versuche an Gurken entstammen den Treibhäusern hiesiger Anstalt. Sorte „Weigelts Neuheit“.

Viermal gab uns das Treibhaus in Klingenberg von der sehr ansehnlichen Ernte an Gurken für Versuchszwecke ab. Von den 3 Sorten „Beste von Allen“, Duke of Edinburgh“, „Erfurter Ausstellung“, blieb „Beste von Allen“ auch der Dahlemer „Weigelts Neuheit“ gegenüber nicht nur am längsten frisch, sondern hatte auch den geschmacklich höchsten Wert.

Die Einlagerungen und Erfolge gaben folgende Übersicht.

A. „Weigelts Neuheit“.

1. Einlagerung ohne Ozon, 2° C, 85 % relative Feuchtigkeit.
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit 10 Tage,
 - b) Wachs- und Ölpapiereinwicklung, Haltbarkeit 10 bis 14 Tage.
2. Einlagerung mit Ozon (s. auch S. 284) 2° C, 85 % rel. Feuchtigkeit.
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit 10—12 Tage.
 - b) Wachs- und Ölpapiereinwicklung, Haltbarkeit 14 bis 18 Tage.

3. Einlagerung in Torfmull, 2° C, 85 % Feuchtigkeit.
Haltbarkeit 10—12 Tage.

Die Einwirkung des Ozons im Gegensatz zu den nicht ozonisierten Gurken zeigte sich deutlich dadurch, daß die mit Ozon behandelten Gurken frisch, grün und glänzend blieben, keinen Schimmelansatz zeigten und nur an den Spitzen weich und feucht wurden. Die in nur kühler Temperatur gelagerten wurden nach 8 Tagen stumpf, bald darauf brüchig, und ein allgemeiner Verfall durch Schimmel- und Fäulnisbildung griff innerhalb 3 Tagen nach der Auslagerung um sich.

Die Torfeinlagerung hielt zwar den Fäulnis- und Schimmelbefall auf, trocknete die Gurken aber gewissermaßen aus, wodurch dieselben zäh und gummiartig wurden.

B. „Duke of Edinburgh“.

1. Einlagerung ohne Ozon, 2° C, 85 % rel. Feuchtigkeit,
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit 10 Tage,
 - b) Wachs- und Ölpapiereinwicklung, Haltbarkeit 10 bis 14 Tage.
2. Einlagerung mit Ozon, 2° C, 85 % rel. Feuchtigkeit.
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit 10—12 Tage,
 - b) Wachs- und Ölpapiereinwicklung, Haltbarkeit 14 bis 18 Tage.
3. Einlagerung in Torfmull, 2° C, 85 % rel. Feuchtigkeit, Haltbarkeit 10—12 Tage.

C. „Erfurter Ausstellung“.

1. Einlagerung ohne Ozon, 2° C, 85 % rel. Feuchtigkeit.
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit 10 Tage,
 - b) Wachs- und Ölpapiereinwicklung, Haltbarkeit 10 bis 14 Tage.
2. Einlagerung mit Ozon, 2° C, 85 % rel. Feuchtigkeit.
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit 10—13 Tage,
 - b) Wachs- und Ölpapiereinwicklung, Haltbarkeit 14 bis 18 Tage.
3. Einlagerung in Torfmull, 2° C, 85 % rel. Feuchtigkeit, Haltbarkeit 10—12 Tage.

D. „Beste von Allen“.

1. Einlagerung ohne Ozon, 2° C, 85 % rel. Feuchtigkeit.
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit 18 Tage,
 - b) Wachs- und Ölpapiereinwicklung, Haltbarkeit 20 bis 22 Tage.

2. Einlagerung mit Ozon, 20° C, 85 % rel. Feuchtigkeit.
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit 20 Tage,
 - b) Wachs- und Ölpapiereinwicklung, Haltbarkeit 21 bis 26 Tage.
3. Einlagerung in Torfmull, 20° C, 85 % rel. Feuchtigkeit, Haltbarkeit 18 Tage.

Die mit Ozon behandelte „Beste von Allen“ zeigte also die längste Konservierungsmöglichkeit; wichtig war die Beobachtung des Unterschiedes im Verhalten zwischen „Weigelts Neuheit“ und „Beste von Allen“. Das Material beider Sorten wurde gleichzeitig unter denselben Bedingungen eingelagert. Obgleich die ersten noch nach 3 Wochen annehmbar waren, hielten sie den Vergleich an grüner, praller Frische und gutem Geschmack der „Beste von Allen“ nicht aus.

Die Erfahrungen gehen also dahin, daß Treibhausgurken durch Ozoneinwirkung und gleichzeitiger Wachspapierumhüllung 14—21 Tage zum Rohgenuß verwendet werden können, im Gegensatz zu denjenigen, die ohne Ozon und Einwicklung durch Schimmelbefall und Weichwerden nach 14 Tagen nicht mehr genießbar sind.

Tomaten.

Neun Tomatenversuche, beginnend Anfang Oktober bis Mai, konnten noch mit Freilandern von den Dahlemer Versuchsfeldern eingeleitet werden. Durch die vorgerückte Jahreszeit durften die Ansprüche auf gute Früchte nicht mehr allzu groß sein, es war auch Mischware, zusammengesetzt aus den Sorten, „Pilot“, „Bonner Beste“, „Tuckswood“. Dann folgte wiederholt sehr schönes Material aus den Treibhäusern der Moorversuchsfelder in Großbeeren, ferner im November Markthallenware, nach Weihnachten Klingenberg'sche Erzeugnisse und zuletzt Dahlemer Treibware. Die Einlagerung in den Kühlschränken bei durchschnittlich 20° C und 85 % relativer Feuchtigkeit war eine recht vielseitige.

A. Mischware: „Pilot“, „Bonner Beste“, „Tuckswood“.

In reifem, roten, zum Teil überreifem oder halbreifem Zustand eingelagert.

1. Einlagerung mit Ozon, 20° C, 85 % rel. Feuchtigkeit, Haltbarkeit 24 Tage.
2. Einlagerung mit Äthylen im Glashafen, 20° C, Haltbarkeit 21 Tage,

3. Einlagerung in Torfmull und Holzkohle, 2° C, 85 % rel. Feuchtigkeit, Haltbarkeit 21 Tage.

Mitte November und Dezember konnte mit der Sorte „Tuckerswood“ aus den Treibhäusern Großbeeren mit der Einlagerung begonnen werden. Diese Tomaten waren halbreif, alle gleichmäßig glatt, im Durchmesser 5–6 cm groß. Es wurde festgestellt, daß sich Tomaten dieser Sorte 4–6 Wochen halten lassen, wenn die Temperatur nicht über 2° C steigt. Auch nach einer allmählichen Auslagerung, d. h. nach der Herausnahme aus den Kühlschränken und Überführung in ganz allmählich höhere Temperatur (Zeitdauer ca. 8 Tage), sahen die Früchte wohl etwas glasig aus, platzten aber nicht und schmeckten natürlich, frisch und säuerlich.

B. „Tuckerswood“.

1. Einlagerung ohne Ozon, 2° C, 85 % rel. Feuchtigkeit.
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit 20 Tage,
 - b) Wachspapiereinwicklung, Haltbarkeit 20–30 Tage.
2. Einlagerung mit Ozon, 2° C, 85 % rel. Feuchtigkeit.
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit 30 Tage,
 - b) Wachspapiereinwicklung, Haltbarkeit 40–60 Tage (!).
3. Einlagerung mit Äthylen im Glashafen, 2° C, Einlagerung mit Äthylen im Glashafen, 8° C, wodurch Reifung innerhalb 8 Tagen erfolgte, der Geschmack ausgezeichnet war.
4. Einlagerung in Torfmull, 2° C, 85 % rel. Feuchtigkeit, Haltbarkeit 30 Tage.
5. Einlagerung in Holzkohle, 2° C, 85 % rel. Feuchtigkeit, Haltbarkeit 30 Tage.
6. Einlagerung in äthylisierten Torfmull, 2° C im Glashafen, Haltbarkeit 30 Tage, nachdem die Reifung in 8 Tagen erfolgt war.
7. Einlagerung in äthylisierte Holzkohle, 2° C im Glashafen, Haltbarkeit 30 Tage, nachdem die Reifung in 8 Tagen erfolgt war.

Blumenkohl.

Als im Herbst die Kaltlagerungsversuche begannen, war gewissermaßen große Erntezeit, denn alles was auf dem Freiland

reifte, versuchte man zu ernten, da man im Winter mehr oder weniger auf Warmhausmaterial angewiesen war.

Die Versuche an Blumenkohleinlagerungen belaufen sich auf sieben, und wurden mit Dahlemer Freilandkohl begonnen. Durch den feuchten und schlechten Herbst war der Blumenkohl unausgereift-klein und machte den ersten Einlagerungen keine Ehre; ähnliche Mißerfolge waren durch Markthallenware zu verzeichnen, bis eine Versorgung mit ausländischem, typisch winterlich aussehendem Blumenkohl einsetzte.

Dieser war uns infolge guter Verbindung absolut frisch geerntet überbracht worden. Der Kohl war schneeweiß und frisch. Eine vollkommene Umhüllung der Köpfe scheint nicht angebracht zu sein, da er dumpfig wird. Dafür ist das Belegen der Köpfe mit Wachs- oder Pergamentpapier, wobei Strunk und Blätter nicht berücksichtigt werden, ausgezeichnet; es stellt die Feuchtigkeit in dem erforderlichen Maße her. Das Material bleibt hell. In Verbindung mit der richtigen Temperatur, also 1°C und 80 % relativer Feuchtigkeit und der Ozoneinwirkung hielt sich der Blumenkohl 8 Wochen einwandfrei. Kochproben, die in Abständen von 14 Tagen vorgenommen wurden, blieben sich geschmacklich hervorragend gleich. Trotz der tiefen Temperatur begann nach 6 Wochen ein gewisses Auswachsen, welches nicht dem Geschmack, wohl aber dem Aussehen Schaden tat. Zum Schluß noch die verschiedenen Einlagerungsergebnisse:

1. Einlagerung ohne Ozon, 1°C , 80 % rel. Feuchtigkeit,
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit 4 Wochen,
 - b) Belegen der Köpfe mit Wachspapier, Haltbarkeit 5 Wochen,
 - c) vollkommene Einwicklung mit Ölpapier, Haltbarkeit 4—5 Wochen.
2. Einlagerung mit Ozon, 1°C , 80 % rel. Feuchtigkeit,
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit 4 Wochen,
 - b) Belegen der Köpfe mit Wachspapier, Haltbarkeit 6 Wochen (!).
 - c) vollkommene Einwicklung mit Ölpapier, Haltbarkeit 6 Wochen (!).
3. Einlagerung mit Äthylen im Glashafen, 2°C , brachte keinen Erfolg, der Kohl wurde vielmehr trocken und hatte im gekochten Zustand einen scharfen Geschmack. Die

verhältnismäßig kurze Zeit der Einkühlung von italienischer Importware brachte hier sodann den Beweis, daß diese sich ganz hervorragend zur Einkühlung eignet.

Salat.

Der Salat, der am 7. I., 22. I. und 15. II. 1931 zur Einlagerung gelangte, wurde aus dem Obstrevier geliefert. Es wurden zwei Lagerungsmethoden angewendet:

1. die Salatköpfe unverpackt auf Horden gelegt, Behandlung ohne und mit Ozon,
2. die Salatköpfe verpackt auf Horden gelegt, Behandlung ohne und mit Ozon.

Die Temperatur hielt sich um 2—3° C, die rel. Feuchtigkeit betrug 80–90 %. Die lose Lagerung bewährte sich nicht bei dem Salat, der allzu große Luftzutritt ließ ihn innerhalb 8 Tagen welk und geschmacklos werden. Bedeutend besser hielt sich — 14 Tage — der ozonierte verpackte. Die äußeren Blätter waren zwar etwas angefault, jedoch war der eigentliche Salatkopf, infolge seines guten Geschmack, auch noch vollständig zu verwenden.

Diese wenigen Erfahrungen kamen im Juni und Juli den Einlagerungen mit Freilandsalat zugute. Unter obigen Bedingungen wurde Salat „Maikönig“ und „Bautzener Dauerkopf“ eingelagert. Da der Salat besonders vor dem Welkwerden bewahrt werden soll, gilt es eine feste Verpackung durch Öl- oder Wachspapier zu wählen. Durch luftdichte Verpackung spielt die Höhe der Luftfeuchtigkeit keine allzu große Rolle. Die augenblickliche Jahreszeit veranlaßt zu weiteren Versuchen, jedoch läßt sich der bisherige Erfolg dahin zusammenfassen, daß sich der sehr zarte, winterliche Treibhaussalat verhältnismäßig günstig einkühlen läßt, und daß es bei den bisherigen Bedingungen sehr wohl möglich ist, Freilandsalat ohne Einbüßung von Geschmack und Aussehen 4—5 Wochen frisch zu erhalten.

Es folgen noch einige Versuche aus der Praxis, die als Anfangsstadien einen Ausblick für weitere Möglichkeiten bieten.

Artischocken, die vom hiesigen Gelände stammten, ein Viertel Jahr eingekühlt wurden, dann gekocht ausgezeichnet schmeckten; im Februar Radieschen, Kohlrabi und Treibhausbohnen. Verpackt und unverpackt eingelagert im Ozonschrank bei 2° C und 85 % Feuchtigkeit hielten sich diese meist zarten Gemüse 14–21 Tage, im Geschmack roh oder gekocht waren sie

recht gut, verloren nur im rohen Zustand häufig ansprechendes Aussehen durch Welkwerden und den Verlust der Farbe.

Spargel.

Für die Mitte Mai beginnende Spargelzeit wurde unser Vorhaben von verschiedenen Seiten noch in anregender Weise unterstützt und ergänzt. Bei den Versuchen mit Spargel wurden zwei wichtige Gesichtspunkte besonders ins Auge gefaßt:

1. Inwieweit läßt sich an Hand chemisch-analytischer Untersuchungen die Entstehung von Milchsäure infolge verschiedener Packungen und Lagerungen verfolgen?
2. Wielange läßt sich Spargel durch verschiedene Packungsarten in Verbindung mit Temperatur und Feuchtigkeit für den Markt und zur Verwendung in der Küche frisch halten?

Für die genannten Untersuchungen wurden wir vom 18. Mai ab täglich und späterhin in kurzen Pausen vom hiesigen Obstrevier mit Spargel versorgt. Die Spargel waren in II. und III. Qualität sortiert, morgens frisch gestochen. Die erste Untersuchung zur Feststellung des Milchsäuregehaltes wurde an ganz frischem Spargel vorgenommen. Am folgenden Tage usw. wurden die Prüfungen fortgesetzt, die in Tabellen ausführlich festgelegt sind. 15 verschiedene Packungen bildeten die Unterlage für die Untersuchungen zur Beantwortung der ersten Frage.

Die Packungen waren folgende:

1. Einlagerung ohne Ozon, 20 C, 85 % rel. Feuchtigkeit.
 - a) uneingewickelt,
 - b) Wachspapiereinwicklung.
2. Einlagerung mit Ozon, 20 C, 85 % rel. Feuchtigkeit.
 - a) uneingewickelt,
 - b) Wachspapiereinwicklung.
3. Einlagerung, 20 C, 85 % rel. Feuchtigkeit.
 - a) uneingewickelt und ungewaschen,
 - b) eingewickelt und ungewaschen,
 - c) uneingewickelt und gewaschen,
 - d) eingewickelt und gewaschen,
 - e) Einwicklung in gewöhnliches Packpapier,
 - f) „ „ Ölpapier,
 - g) „ „ feuchtes Ölpapier.

4. Einlagerung bei Zimmertemperatur 20° C.
a) uneingewickelt.
5. Einlagerung bei Kellertemperatur 12° C.
a) uneingewickelt.
6. Einlagerung in Wasser.
a) bei Zimmertemperatur, 20° C,
b) „ Kùhlschranktemperatur, 2° C.

Ergebnisse der Säureuntersuchungen in Hundertteilen
an frischem und gelagertem Spargel. Mai—Juni 1931.

Dat.	Ver- suchs- reihe I	Dat.	Ver- suchs- reihe II	Dat.	Ver- suchs- reihe III	Dat.	Ver- suchs- reihe IV	Dat.	Ver- suchs- reihe V
18. V.	0,25	18. V.	0,27	19. V.	0,20	19. V.	0,20	19. V.	0,20
19. V.	0,24	19. V.	0,14	20. V.	0,24	20. V.	0,25	20. V.	0,17
20. V.	0,18	20. V.	0,16	21. V.	0,21	21. V.	0,19	21. V.	0,16
21. V.	0,21	21. V.	0,25	22. V.	0,15	22. V.	0,17	22. V.	0,17
22. V.	0,23	22. V.	0,21	26. V.	0,19	26. V.	0,21	26. V.	0,23
26. V.	0,26	26. V.	0,30	27. V.	0,19	27. V.	0,22	27. V.	0,18
27. V.	0,20	27. V.	0,29	29. V.	0,24	29. V.	0,30	29. V.	0,18
29. V.	0,24	29. V.	0,41	1. VI.	0,20	1. VI.	0,24	1. VI.	0,15
1. VI.	0,20	1. VI.	0,50	3. VI.	0,20	3. VI.	0,24	3. VI.	0,19
3. VI.	erled.	3. VI.	erled.	5. VI.	erled.	5. VI.	erled.	5. VI.	erled.

Dat.	Ver- suchs- reihe VI	Dat.	Ver- suchs- reihe VII	Dat.	Ver- suchs- reihe VIII	Dat.	Ver- suchs- reihe IX	Dat.	Ver- suchs- reihe X
19. V.	0,20	20. V.	0,19	20. V.	0,19	26. V.	0,17	26. V.	0,17
20. V.	0,14	21. V.	0,22	21. V.	0,19	27. V.	0,21	27. V.	0,15
21. V.	0,25	22. V.	0,18	22. V.	0,20	29. V.	0,19	29. V.	0,19
22. V.	0,25	26. V.	0,17	26. V.	0,18	1. VI.	0,15	1. VI.	0,26
26. V.	0,24	27. V.	0,17	27. V.	0,23	3. VI.	0,15	3. VI.	0,16
27. V.	0,23	29. V.	0,23	29. V.	0,23	5. VI.	0,24	5. VI.	erled.
29. V.	0,24	1. VI.	0,13	1. VI.	0,16	8. VI.	0,23		
1. VI.	0,24	3. VI.	erled.	3. VI.	erled.	10. VI.	0,19		
3. VI.	0,27					12. VI.	0,18		
5. VI.	erled.					13. VI.	erled.		

Dat.	Ver- suchs- reihe E	Dat.	Ver- suchs- reihe R	Dat.	Ver- suchs- reihe B	Dat.	Ver- suchs- reihe W-K	Dat.	Ver- suchs- reihe W-Z	Dat.	Ver- suchs- reihe D
26. V.	0,17	27. V.	0,20	3.VI.	0,12	1.VI.	0,11	1.VI.	0,11	29. V.	0,49
27. V.	0,15	29. V.	0,20	5.VI.	0,12	3.VI.	0,36	3.VI.	0,52	1.VI.	0,50
29. V.	0,19	1.VI.	0,13	8.VI.	0,23	8.VI.	0,67	5.VI.	0,53	3.VI.	0,50
1.VI.	0,00	3.VI.	0,13	10.VI.	0,20	10.VI.	0,71	8.VI.	erled.	5.VI.	erled.
3.VI.	erled.	5.VI.	0,14	12.VI.	0,18	12.VI.	0,69				
		8.VI.	0,19	13.VI.	erled.	13.VI.	erled.				
		10.VI.	0,21								
		12.VI.	0,22								
		13.VI.	erled.								

Die Versuche wurden als „erledigt“ betrachtet, sobald das Material zum Genuß nicht mehr geeignet schien.

Erklärung der einzelnen Versuchsreihen.

- Versuchsreihe I: Der frische Spargel wurde unbehandelt bei 3° C im Kühlschrank gelagert. Ergebnis: 16 Tage ohne Säuerungszunahme.
- „ II: Der frische Spargel wurde unbehandelt bei gewöhnlicher Kellertemperatur ca. 12—15° C gelagert. Ergebnis: Nach 10 Tagen Säuerungszunahme.
- „ III: Der frische Spargel wurde ungewaschen eingewickelt mit Ozonbegasung eingelagert. Ergebnis: 16 Tage ohne Säuerungszunahme.
- „ IV: Der frische Spargel wurde ungewaschen und uneingewickelt mit Ozonbegasung eingelagert. Ergebnis: wie vorher.
- „ V: Der frische Spargel wurde gewaschen eingewickelt mit Ozonbegasung eingelagert. Ergebnis: wie vorher.
- „ VI: Der frische Spargel wurde gewaschen und uneingewickelt mit Ozonbegasung eingelagert. Ergebnis: wie vorher.
- „ VII: Der frische Spargel wurde nur in gewöhnliches Papier eingewickelt und bei 3° C gelagert. Ergebnis: wie vorher.

- Versuchsreihe VIII: Der frische Spargel wurde bei 3°C in Torfmull eingelagert. Ergebnis: wie vorher.
- „ IX: Der frische Spargel wurde in feuchtes Ölpapier eingewickelt und bei 3°C gelagert. Ergebnis: wie vorher.
- „ X: Der frische Spargel wurde bei ca. 25°C gelagert. Ergebnis: wie vorher.
- „ E: Der frische Spargel wurde bei -5°C eingelagert. Ergebnis: nach 6 Tagen war die Säure verschwunden.
- „ A: Der frische Spargel wurde bei 3°C in Ölpapier eingewickelt gelagert. Ergebnis: in 18 Tagen keine Säurezunahme.
- „ B: Der frische Spargel wurde bei 3°C in feuchtes Ölpapier eingewickelt, gelagert. Ergebnis: nach 1 Woche etwas Säurezunahme.
- „ W—K: Der frische Spargel wurde mit Wasser eingelegt und bei Kellertemperatur ca. 3°C stehen gelassen. Es wurden bei dieser Untersuchung Lake und Spargel untersucht; hierbei ergaben sich jedoch keine bemerkenswerten Unterschiede, die angegebenen Zahlen beziehen sich auf die Gesamtsäure des Spargels. Ergebnis: Schon nach 2 Tagen Beginn ansteigender Säurezunahme.
- „ W—Z: Der frische Spargel wurde mit Wasser eingelegt und bei Zimmertemperatur, ca. 20°C stehen gelassen. Untersuchungen und Angaben bei W—K. Ergebnis: wie vorher.
- „ D: Schon im Verkaufsraum länger gelagerter Spargel wurde unter denselben Bedingungen weiter gelagert und beobachtet. Ergebnis: stark sauer.

Zusammenfassung.

Eine Säuerung trat bei gewöhnlicher Kellerlagerung schon nach 10 Tagen ein. Bei gefrorenem Spargel schwand die Säure gänzlich (durch innere Umsetzung). In feuchtes Ölpapier gelagert, trat schon bei 3°C eine allmähliche Säuerung ein. Eine starke Säuerung

war bei in Wasser aufbewahrtem, sowie bei in einem Verkaufsraum lagerndem Spargel schon in kurzer Zeit zu bemerken.

In allen anderen Fällen war eine Säurezunahme in ca. 3 Wochen nicht zu bemerken, wodurch sich besonders der Vorteil von Ozonisierung, richtiger Verpackung und Einkühlung ergab.

Kleinere Mengen Spargel wurden ferner, aus verschiedenen Gegenden stammend, außerdem eingelagert. Diese Beobachtungen dienten der Dauer und Wirkung einer längeren Lagerung bei möglichst tiefer Temperatur und hoher Feuchtigkeit. Am 13. Juni erfolgte die Einlagerung eines Zentners Spargel, dessen Ergebnis die zweite Frage beantworten soll. Der Spargel kam aus Seelow und war von II. und III. Qualität. Er war am Abend vorher gestochen, kam am 13. früh in Berlin an, wurde mit dem Wagen des Obstreviers sofort nach Dahlem gebracht und noch am selben Tage zur Einkühlung gebracht.

Die beiden Qualitäten wurden genau auseinandergehalten, in 2-Pfd.-Pakete abgewogen, lose mit Bast umwickelt, teils ohne, teils in Öl- und Wachspapier, auch in feuchtes Papier eingeschlagen und diese Päckchen unter Vermeidung von Zwischenräumen in Horden, die vom Reichsverband des Deutschen Gartenbaues vorgeschrieben sind, eingelagert. Dieses geschah bei einer Temperatur von 2° C und 90 % rel. Feuchtigkeit. In den ersten 4 Tagen ergab die Kontrolle, daß eine Herabminderung im Aussehen des gesamten Spargels nicht festzustellen war; danach ließ der Spargel III. Sorte im Äußeren und im Geschmack nach, er schrumpfte ein und sah bräunlich trocken aus.

Die höhere Qualität bewährte sich entschieden günstiger; es wurden auch hier in kurzen Pausen Kontrollen in bezug auf ihr Äußeres und den Geschmack gemacht. Der Abgang beim Schälen war dem des frischen Spargels gleich, Schimmel spielte nur eine geringe Rolle, der Spargel war beim Kochen weiß und wohl-schmeckend, besonders derjenige, der vor der Zubereitung einige Stunden in Wasser erfrischt worden war. Ein Zeichen, daß das Gewebe noch nicht zerstört war.

B. Obstkühlagerungsversuche.

Die zu Versuchen der Einkühlung erwünschten Sorten erhielten wir aus dem Obstrevier der Dahlemer Lehr- und Forschungsanstalt.

Nach Erfahrungen früherer Jahre fiel die Wahl auf Äpfel folgender Sorten:

Schöner von Boskoop, Minister von Hammerstein, Zuccalmaglios Renette, Weißer Winterkalvill, Coulons Renette, Große Kasseher Renette, Alfriston, Karmeliter Renette,

und Birnen: Präsident Drouard, Madame Verté, Esperens Bergamotte, Edel-Krasanne, Olivier de Serres, Notair Lepin, Barons Birne und Henry Martini.

Die ersten drei Apfelsorten, sowie die ersten drei Birnensorten kamen im Oktober frisch geerntet sofort zur Kühllagerung: es war ein Material teils I. und II. Qualität. Der regnerische und kühle Sommer war nicht geeignet, sehr ansehnliches und gesundes Obst zu erwarten. An den je drei Sorten: Boskoop, Minister von Hammerstein und Zuccalmaglios Renette, Präsident Drouard, Madame Verté und Esperens Bergamotte sollte die Dauer des Einlagerns unter möglichst geeigneten Bedingungen versucht werden. Auf eine Vorlagerung wurde verzichtet, weil die Erfahrungen ergeben haben, daß die Lebensdauer und der Gesundheitszustand der gelagerten Früchte verkürzt werden.

Bei langlebigen Sorten, wie z. B. bei Boskoop, ist der Schaden der Vorlagerung und des später kühlgelagerten Obstes kleiner, als wie bei den kurzlebigen Kalvillen, Gravensteiner u. a., doch wird im allgemeinen und im Verlauf langjähriger, amerikanischer Kühllagerungspraxis immer wieder auf sofortige Einlagerung als Haupterfordernis hingewiesen.

Die Versuche wurden als Gegenversuche untereinander an drei verschiedenen Stellen ausgeführt, und zwar in den Räumen der Gesellschaft für Markt- und Kühllhallen, Berlin, Scharnhorststraße, in dem Keller des Obstreviers in Dahlem und in dem Kühlkeller der Obstverwertung. Das Obst wurde im Oktober durchkontrolliert, von jeder Sorte wurden je 100 Einheiten für die drei Gegenversuche zusammengestellt. Von jeder Apfel- resp. Birnensorte wurden 50 % uneingewickelt, 50 % in Wachspapier eingewickelt in Horden gelegt: daraufhin kam jeder Versuch an seinen Bestimmungsort. Die auf schnellstem Wege im Auto nach Berlin geschafften Horden wurden bei 3° C und einer relativen Feuchtigkeit von durchschnittlich 86 % in die sehr gut ventilierten Räume der Gesellschaft für Markt- und Kühllhallen eingekühlt und einer 3–4 wöchentlichen Kontrolle ab Oktober 1930 bis März 1931 unterzogen. Die Temperatur im Keller des Dahlemer Obstreviers betrug im Oktober 14° C und ging

in den Wintermonaten auf 9—10° C zurück. Am günstigsten und sichersten wußte man das Obst in den Kühlzellen, die zu diesem Zweck von der Kelvinator-A. G. neu beschafft waren, denn es läßt sich mit aller Bestimmtheit feststellen, daß sich diese Art von Kühlung für gewöhnliches und empfindliches Material bewährt. An diesem Erfolge hat nicht nur die zuverlässig arbeitende elektrische Kraft, sondern auch die leicht zu regelnde relative Luftfeuchtigkeit Anspruch. Diese Tatsache wird durch den Gegenversuch im hiesigen Obstrevier beleuchtet, wo sich trotz des an sich günstigen Obstkellers das Einlagerungsmaterial zum Teil bis Weihnachten, der Rest aber nur bis Mitte Januar 1931 hielt und danach als erledigt betrachtet werden mußte, und ferner dadurch, daß die in den Berliner Markt- und Kühlhallen zur selben Zeit eingelagerten Versuche

- a) durch Schrumpfung der Fruchthaut und des Fleisches,
- b) durch Verluste des schimmelig und faulig werdenden Materials,

in den ersten Märztagen abgebrochen wurden, während das in den Dahlemer Kühlzellen eingelagerte Obst zum größten Teil auffallend frisch und fest ohne Fäulnisverluste sich hielt.

Ich muß an dieser Stelle noch das große Entgegenkommen und die Bereitwilligkeit seitens der Gesellschaft für Markt- und Kühlhallen, von der jede Anordnung ausgeführt wurde, hervorheben.

Es war beabsichtigt, in erster Linie die Reifezeit der verschiedenen Äpfel und Birnen zu verlängern. Verschiedener Umstände halber war das jedoch nicht immer möglich, darum beschränkte sich im besonderen die Aufmerksamkeit auf das Material in den Dahlemer Kühlschränken.

Beschreibung der Ergebnisse.

A. Äpfel.

„Schöner von Boskoop“.

Die Früchte dieser Sorte hielten sich ohne besondere Verluste bis Ende Februar. Eine hohe geschmackliche Reife zeichnete die Boskoops aus, deren Fruchthaut bis zu diesem Termin nicht schrumpfte, sondern rotfarbig wurde, während das Fruchtfleisch hellweiß blieb. Anfang März trat dann eine gewisse äußerliche

Welkheit und eine gewisse Abnahme des Geschmacks ein. Der Erfolg war zufriedenstellend. Bei geringstem Verlust bis Anfang März reife Früchte.

1. Einlagerung in den Markt und Kühlhallen, 2—4° C, 90 % rel. Feuchtigkeit,
 - ohne Einwicklung, Haltbarkeit Anfang Oktober bis Ende Februar,
 - b) Wachspapier-Einwicklung, Haltbarkeit desgl.
2. Einlagerung in Kühlschränken, Dahlem, 1—2° C, 80 % rel. Feuchtigkeit,
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit Anfang Oktober bis Mitte März,
 - b) Wachspapiereinwicklung, Haltbarkeit desgl.

„Minister von Hammerstein“.

Diesem Apfel bekam die Lagerung ausgezeichnet. Noch im März waren Verluste kaum zu benennen; jedoch zeigte sich dieses Material gegen eine künstliche Reifung (nämlich Lagerung in höherer Temperatur) unempfindlich. Sie blieben zwar prall und frisch, leider aber grasgrün und schmeckten im Laufe des Vorfrühlings fade und wässrig. Es ist anzunehmen, daß ein erneuter Versuch, also Lagerung in höherer Temperatur nach Weihnachten besseren Erfolg zeitigen würde.

1. Einlagerung in den Markt- und Kühlhallen. 2—4° C, 90 % rel. Feuchtigkeit,
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit, jedoch ohne Reifung Anfang Oktober bis Anfang-Februar,
 - b) Wachspapiereinwicklung, Haltbarkeit desgl.
2. Einlagerung in Kühlschränken-Dahlem. 1—2° C, 80 % rel. Feuchtigkeit,
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit Anfang Oktober bis Mitte März,
 - b) Wachspapiereinwicklung, Haltbarkeit desgl.

„Zuccalmaglios Renette“.

Diese Sorte erwies sich bei der Einkühlung als ein dankbares Material. Verluste sind kaum nennenswert. Größere Exemplare der meist dritten Sorte (die wohl nicht ausgereift waren) reiften und schmeckten Ende Februar wie die zeitgemäßen Anfang Dezember. Der Versuch ergab, daß auch hier etwas früher einsetzende

langsame Reifung durch erhöhte Temperatur der Schränke — etwa 6° C — das Richtige wäre.

1. Einlagerung in den Markt- und Kühllhallen. 2—4° C, 90 % rel. Feuchtigkeit,
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit Anfang Oktober bis Ende Februar,
 - b) Wachspapiereinwicklung, Haltbarkeit desgl.
2. Einlagerung in den Kühltischen Dahlem. 1—2° C, 80 % rel. Feuchtigkeit,
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit Anfang Oktober bis Mitte März,
 - b) Wachspapiereinwicklung, Haltbarkeit desgl.

B. Birnen.

„Präsident Drouard“.

Diese Birne bildet ein dankbares Material. Die Reifung wurde bis Weihnachten verzögert, der Erfolg war, daß ohne besondere Verluste die Birnen reif und saftstrotzend waren und sich auch in diesem Zustand noch 14 Tage eingekühlt hielten.

1. Einlagerung in den Markt- und Kühllhallen. 2—4° C, 90 % rel. Feuchtigkeit,
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit Anfang Oktober bis Mitte Dezember,
 - b) Wachspapiereinwicklung, Haltbarkeit desgl.
2. Einlagerung in den Kühltischen Dahlem. 1—2° C, 80 % rel. Feuchtigkeit,
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit Anfang Oktober bis Anfang Januar,
 - b) Wachspapiereinwicklung, Haltbarkeit desgl.

„Madame Verté“.

Der Versuch ging insofern fehl, weil von einer Reifung nicht gesprochen werden konnte. Die Birne eignet sich nicht zur Kühlung, weil sie nicht reift. Fäulnisverluste waren bis Mitte März nicht zu verzeichnen, jedoch war das Fruchtfleisch braun und übel-schmeckend geworden.

1. Einlagerung in den Markt- und Kühllhallen. 2—4° C, 90 % rel. Feuchtigkeit,
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit Anfang Oktober bis Anfang Januar ohne Erfolg,
 - b) Wachspapiereinwicklung, Haltbarkeit usw. desgl.

2. Einlagerung in den Kühltischen, Dahlem. 1—2°, 80 % rel. Feuchtigkeit,
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit Anfang Oktober bis Februar, aber ohne Erfolg,
 - b) Wachspapiereinwicklung, Haltbarkeit Oktober bis März, aber ohne Erfolg.

„Esperens Bergamotte“.

Die Birne konnte uns nur in III. Qualität zur Verfügung gestellt werden. Leider war sie unausgereift und klein und mit *Fusicladium* bedeckt. Einige Exemplare reiften, deren Geschmack nach Weihnachten sehr gut war. Ein endgültiges Urteil läßt sich aber aus den erwähnten Gründen nicht zusammenfassen.

1. Einlagerung in den Markt- und Kühlhallen. 2—4° C, 90 % rel. Feuchtigkeit,
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit Anfang Oktober bis Dezember,
 - b) Wachspapiereinwicklung, Haltbarkeit Anfang Oktober bis Dezember.
2. Einlagerung in den Kühltischen, Dahlem. 1—2° C, 80 % rel. Feuchtigkeit,
 - a) ohne Einwicklung, Haltbarkeit Anfang Oktober bis Januar,
 - b) Wachspapiereinwicklung, Haltbarkeit desgl.

Torfmulleinlagerungen.

Einlagerungen in Torfmull, uneingewickelt und eingewickelt bewährten sich sehr. Für diese Versuche kamen „Schöner von Boskoop“ und „Coulons Renette“ in Frage. Bei einer Temperatur von 1—2° C, 80 % rel. Feuchtigkeit wurden die Äpfel tief in fein pulverisierten Torfmull gelegt, hielten sich von Anfang November bis Februar 1931 mit dem Verlust von 2 Äpfeln von 30 Stück. Dasselbe Material in derselben Anzahl war — allerdings unverpackt — noch vor Weihnachten im Dahlemer Obstrevier auf einige wenige Exemplare durch Faulwerden reduziert.

Einwirkung verschiedener Gase.

Den hiesigen Verhältnissen entsprechend wurde geplant, die diesmaligen Kühlungsversuche als Fortsetzung früherer Versuche in möglichst vielseitiger Form vorzunehmen. Die Erfahrungen des

Berichterstatters sind als „Versuche betr. Beeinflussung von Früchten durch Äthylen“ aus dem Bericht der Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau, Berlin-Dahlem, für das Rechnungsjahr 1927, zu ersehen. Sie unterscheiden sich von anderen derartigen Versuchen insofern, daß die Einwirkung bestimmter Gase in das Arbeitsbereich miteinbezogen wurde. Erfolge wurden hierbei mit Äthylen und mit Ozon erreicht. Mißerfolge mit Äther und Formaldehyd.

Äthylenbegasung.

Es wird behauptet, daß der Einfluß von Äthylen auf Früchte gelbreifender Sorte vor deren Reifung einen dieses Stadium beschleunigten Einfluß ausübt.

Die Äpfel Kalvillen, Alfriston, Große Kasseler Renette, Karmeliter Renette, bei Birnen z. B. Präsident Drouard, Edel-Krasanne, Olivier de Serres, Baronsbirne, Henry Martini wurden einige Tage nach der Ernte den Einkühlungsversuchen übergeben.

Sie waren erster Qualität in noch halbreifem Zustand, der äußerlich durch grünliche Farbe, z. B. der Kalvillen und Alfriston, gekennzeichnet war.

Die Birnen waren vor der Begasung fast durchweg von grünlich-stumpfer Farbe, das Fruchtfleisch war hart.

Das Obst wurde in große Glashafen gelegt, in denen Holzhorden standen, die eine gewisse Durchlüftung zuließen. Mittels eines Gummischlauches wurde Äthylen in die mit Obst gefüllten Glashafen gelassen, eine Arbeit, die nur einige Minuten Zeit in Anspruch nahm. Die einmaligen Gaben Gas betrugen 5 Liter. Inhalt des Hafens rund 25 Liter, mithin Äthylengehalt der Luft = ca. 20 %. Nach der Begasung wurden dann die Behälter sofort mit einem Glasdeckel geschlossen, die Einfettung der Glasdeckel bezweckte die Abschließung der Luft. Die Glashafen standen in einer Temperatur von 4° C.

Man machte die Erfahrung, daß die Einwirkung des Äthylen von Sorten, Reifestadien und von den äußeren Temperaturen abhängig ist.

Die Versuche wurden in Abständen von 2—3 Wochen wiederholt. Das dazu verwendete Material lagerte bis zum Gebrauch in einem der Schränke bei 1—2° C und 90 % rel. Feuchtigkeit. Der Zweck, dieses Obst frisch und der Äthylenreifung geeignet zu erhalten, wurde mühelos erreicht, bis im Januar an

diesem Material eine gewisse Widersätzlichkeit in bezug auf die Äthylenreifung einsetzte; jedenfalls nahm eine Begasung über die Hälfte der Zeit wie im Herbst frisch geerntetes Obst in Anspruch. Diesen Vorgang kann man kurz so erklären, daß eben die Früchte durch die Länge der Lagerung naturgemäß ihr Leben einzubüßen begannen und somit die Zellen ihre Tätigkeit versagten.

Der Erfolg ließ in bezug auf nichtgelbfrüchtige Obstarten zu wünschen übrig; dagegen ist die Wirkung auf Früchte, die im Reifestadium gelbfrüchtig sind, wie die der Kalvillen, Alfriston, Edel-Krasanne und Olivier de Serres hervorzuheben. Die gelbe gesunde Farbe sprach von vornherein für die natürlich anmutende Reifung, das Fruchtfleisch war locker, saftig und schneeweiß und als letztes und bestes muß gesagt werden, daß den Früchten kein Äthylengeruch anhaftete, sondern daß gerade der typisch zarte Duft den einzelnen Obstarten bei der schnellen und gewissermaßen doch künstlichen Reifung eigen blieb.

Die Versuche und Erfahrungen stehen leider noch allzusehr im Anfangsstadium, sie eröffnen aber viele Wege, die durch Wiederholungen beschritten werden könnten, um zu allmöglichen, nutzbringenden Tatsachen zu führen.

Ähnlich den Erfahrungen und den Einwirkungen bei Äthylen an Kernobst sind diejenigen, die bei Bananen und Apfelsinen gemacht worden sind. Die Reifung mitsamt all den guten Eigenschaften in bezug auf wirklich reifes Fruchtfleisch, deren Duft und Haltbarkeit, geben die Möglichkeit, das Stadium der Reifung beliebig zurückzuhalten oder zu fördern.

Noch möglichst grünliche, unreife Apfelsinen wurden zu diesem Zweck aus Berliner Markthallen besorgt; die Bananen, noch völlig grün, lieferte die „Jamaica Bananen- und Früchtevertrieb G.m.b.H.“ in Berlin, Südende, deren großaufgemachte Einrichtungen beachtenswert sind.

Demgegenüber stehen die Versuche mit den drei Apfelsorten „Schöner von Boskoop“, „Minister von Hammerstein“, „Zuccalmaglios Renette“, mit den drei Birnensorten „Präsident Drouard“, „Madame Verté“ und „Esperens Bergamotte“, die gewissermaßen ins Wasser fielen, weil die Obstarten nicht auf die Begasung reagierten. Ausgeführt wurden die Vergasungen in Glashäfen gleich den Versuchen an gelbfrüchtigem Material, wie z. B. der Kalvillen

usw. Zwar blieb sich das Obst geschmacklich treu, nahm auch nicht den typischen Äthylengeschmack an. Aber eine Reaktion, sei es auf die Färbung der Fruchthaut, noch auf die eigentliche Reife, blieb trotz der Gründlichkeit und Länge der Begasung aus.

Formalinbegasung.

Im Gegensatz zu dem betont guten Aroma der einzelnen äthylenisierten Früchte zeigen zwei andere Behandlungsarten negative Ergebnisse.

Es handelt sich erstens um Begasung mit Formalin an den oben erwähnten Obstsorten, sowie durch die gleiche Behandlung im verschlossenen Glashafen. Der Unterschied in der Behandlung besteht allerdings darin, daß Formalin teils als Flüssigkeit (etwa 2 Eßlöffel auf einen Wattebausch, der in eine Petrischale gelegt wurde) auf den Boden des Glashafens kam, teils wurden Formalintabletten in den Glasbehälter gelegt. Die Wirkung war in allen Fällen immer die gleiche: nach 6—12 Tagen bildeten sich auf der Fruchthaut schwärzliche Flecken in der Größe einer Linse, die sich zum Teil um das Vierfache vergrößerten, aber trocken blieben und auch das Fruchtfleisch nicht angriffen. Da eine frühere Reifung nicht festzustellen war, wurden diese Begasungen an anderem Obst nicht fortgesetzt. Blumenkohl und Tomaten wurden auch fleckig, eine Geschmacksschädigung war nicht eingetreten. Die Anwendung von Formalin geschah aus dem Gedanken heraus, daß dieses bakterizide Gas das Wachstum der Mikropilze und damit auch eine Zersetzung verhindern müßte.

Ätherbegasung.

Auch Äther in der gleichen Behandlung an Äpfeln und Birnen der schon benannten Sorten brachte keine Reifung und Vorteile des äußeren Aussehens an den Früchten zuwege. Die Gaben an Äther waren verschiedene, jedoch sehr gering; trotzdem haftete den Früchten ein intensiver Äthergeschmack und Geruch des Gases an, der auch durch Lüftung — bis zu einem Vierteljahr — sich nicht vertreiben ließ. Äther, in geringen Mengen der Luft zugesetzt, bewirkt bekanntlich das frühere Aufblühen von Fliederzweigen. Unter solchen Umständen erschien es mir nicht ausgeschlossen, daß auch eine Frühreifung (wie teilweise bei Äthylen) hervorgerufen werden könnte.

Ozonbegasung.

Die Einwirkung des Ozons ging am besten dadurch vor sich, daß die schon bei den anderen Versuchen benannten Äpfel- und Birnensorten in flache Horden gelegt wurden. Eigens zum Zweck des Ozonisierens war einer der Schränke eingerichtet worden. Zwischen dem Ozonapparat, Type OHZ, Siemens-Halske A. G. Wernerwerk, Abteilung für Elektrochemie, außerhalb und dem einen Kühltank lief ein Verbindungsrohr. War der Apparat in Tätigkeit, so strömte der Ozongeruch in unverminderter Stärke in den Schrank aus. Er übte die nun schon mehrfach beschriebene hervorragende Wirkung auf das im Kühltank gelagerte Obst und Gemüse aus. Der Vorteil dieser Begasung soll ja nicht eine Reifung, wie das irrtümlicherweise häufig angenommen wird, sein, sondern nur eine Bakterienabtötung. Nebenher geht auch eine Luftverbesserung allgemein vor sich.

Zu jeglichem Ozonversuche mit Kernobst liefen gleiche an Temperatur, Einlagerungstermin, Art und Qualität der Früchte ohne Ozonisierung in einem der Kühltanks, und das Resultat war stets das gleiche: daß also das ozonisierte Obst wochenlang frei von Schimmeldefekten war, auch andere von draußen aufgesammelte Bakterien lebensunfähig gemacht wurden. Dieser gewissermaßen keimlose Zustand verursachte, daß die Früchte gesund blieben, was sich durch Prallheit und Frische der Fruchthaut und des Fleisches kundgab. Saftreiches Material, wie z. B. Weintrauben, schrumpften eher, als daß sich Schimmelbefall zeigte.

Einkühlung von Treibweintrauben.

Eine systematische Fortsetzung der Versuche von Treibweintrauben würden sich nach den einmal gemachten, orientierenden Versuchen unbedingt für den Winter lohnen.

Am 21. November 1930 gelangten blaue Trauben, zwei Sorten „Gros Colmann“ und „Black Alicante“, zur Einkühlung. Die Lagerung erfolgte sofort nach der Ernte. Die Trauben kamen in folgenden drei verschiedenen Versuchen zur Lagerung: Ein Drittel freihängend im Keller bei 12° C, ein Drittel auch freihängend im Kühltank, Temperatur 3° C, 86 % rel. Feuchtigkeit. Das letzte Drittel im Ozonschrank, freihängend, Temperatur 3° C, 86 % rel. Feuchtigkeit.

Das Material im Keller schrumpfte nach einigen Tagen derart zusammen, daß die Trauben nach 12 Tagen Aufnahme im Ozonschrank fanden, wo sie sich sichtlich erholten. Die im allgemeinen Kühlschrank zeigten nach 14 Tagen durch eine Schrumpfung eine Herabminderung ihrer Frische. Diese Weintrauben hatten nach 5 Wochen 25 % ihres Gewichtes verloren, waren auch von Schimmelfall verschont geblieben. Am längsten hielt sich der ozonierte Wein frisch noch nach ebenfalls 5 Wochen der Einlagerung. Dieser war fast wie bei der Einlagerung und hatte im Geschmack nicht gelitten.

Kühlversuche im Vakuum.

Von Mitte April bis Ende Mai 1931 boten Treibhauserdbeeren Gelegenheit, sie betreffend Haltbarkeit und Reifung im Vakuum zu prüfen.

In früheren Jahren war es mir versuchsweise gelungen, verschiedenerlei Früchte im luftleeren Raume, dem Spuren Formalin zugesetzt wurden, längere Zeit zu erhalten. Die Früchte, es waren Äpfel, Birnen und Hagebutten, wurden durch Pilze nicht zersetzt, begannen aber allmählich glasig zu werden. Nachstehend beschriebene Versuche können als Wiederholung gelten.

Sechs einzelne Versuche bestätigen immer wieder das gleiche Resultat, welches ich dahin zusammenfasse: Die Erdbeeren kamen im Aussehen am meisten an diejenigen im gewöhnlichen Kühlschrank heran; eine leichte Reifung ging vor sich, die Früchte behielten 9 Tage eine frisch glänzende Farbe, pralles Aussehen, dann setzte leichter Schimmelfall ein. Die Herausnahme der Erdbeeren aus dem Vakuum ging sehr korrekt vor sich, d. h. die Erdbeeren wurden aus der immerhin tiefen Temperatur von 2° C langsamst in höhere (4° C, dann 10° C) gebracht, um eine Reaktion zu verhindern. Bis zu einem gewissen Grade ist diese Handhabung auch geglückt, es ist immerhin ein Erfolg, wenn man das empfindliche Weichobstmaterial und die Zeitdauer des Einlagerns — 8—10 Tage — in Betracht zieht. Die Reaktion nach dem Auslagern zeigte sich darin, daß die Früchte allmählich zusammenfielen, weich wurden und den Glanz verloren.

Das Vakuum bestand aus Glas, mit Vakuummeter ausgestattet, Inhalt rd. 12 Liter. Die Erdbeeren konnten in drei Etagen gelagert werden.

Gegenversuch:

1. Lagerung im gewöhnlichen Kühltank, 2°C , 90 % rel. Feuchtigkeit, vom 13.—18. V.

Ergebnis: Auslagerung schon nach 5 Tagen, da durch Schimmelbefall und Weichwerden der Früchte der Rohgenuß sowie eine Kochprobe unmöglich gemacht wurde.

2. Lagerung im Ozonschrank, 2°C , 90 % rel. Feuchtigkeit, vom 13.—21. V.

Ergebnis: Auslagerung nach 8 Tagen. Rohgenuß und Kochprobe ergaben schimmelfreie Früchte, 50 % konnten als sehr gut bezeichnet werden.

Der 2. und 3. Versuch bestätigte die erste Erfahrung.

Dauerfreilanderdbeeren.

Der erste Versuch bezog sich auf die Prüfung der Einlagerungswirkung bei verschiedenen Sorten. Aus 7 Sorten fielen „Sieger“ und „Morgenröte“ besonders auf. Im Ozonschrank bei $+1,5^{\circ}\text{C}$ und 85 % rel. Feuchtigkeit waren Geschmack und das Aussehen sehr annehmbar. Schimmelbefall war auch bei sämtlichen Sorten nicht zu verzeichnen, doch zeigte sich bei den anderen ein gewisser Verfall durch Weichwerden, Verlust der Farbe und Wässrigkeit im Geschmack. Der zweite Versuch ergab das gleiche Resultat.

Der dritte Versuch vom 23. V. —4. VII. galt der Einlagerung auf Horden, flach ausgebreitet, mit den schon erprobten Erdbeersorten. Die Früchte kamen zum Teil in den Ozon-, der andere Teil in den gewöhnlichen Kühltank bei $+2^{\circ}\text{C}$, 85 % rel. Feuchtigkeit. Trotz des Pflückens bei sommerlicher Wärme — $+30^{\circ}\text{C}$ im Schatten — zeigten die Erdbeeren bei der Auslagerung aus dem Ozonschrank, daß nur wenige Exemplare im Aussehen und Geschmack verdorben waren. Die Einlagerung im gewöhnlichen Kühltank wurde am 1. VII. abgebrochen, da Schimmelbefall und Gärung einsetzte. Ein vierter Versuch, welcher der Prüfung von Erdbeeren galt, hatte nur einen Teilerfolg. Halbreife, fast reife Früchte, im Ozonschrank, lassen sich aber unterschieden, allen Anforderungen gerecht werdend, 10 bis 14 Tage halten, vorausgesetzt, daß die Sortenwahl erprobt ist.

Die hier besprochenen Versuche haben wieder unzweifelhaft bewiesen, daß die Haltbarkeit aller untersuchten Obst- und Gemüse-

arten durch die Kaltlagerung wesentlich verlängert werden kann. Die günstigsten Kühlverhältnisse sind für die verschiedenen Sorten individuell, doch ist im allgemeinen eine Annäherung an 0° und eine Lagerung in ziemlich feuchter Luft 90 % günstig. Die Kühlagerung interessiert nun schon seit einiger Zeit nicht allein die Landwirtschaft, sie ist auch von allgemein volkswirtschaftlicher Bedeutung. In diesen Zeiten des Sparens und der Einschränkung ist es sehr bedauerlich, daß die meisten Kühlversuche sich in Deutschland im Anfangsstadium befinden. Es kommen zur besseren Ausnutzung der Kühleinrichtungen nicht nur Obst- und Gemüseeinlagerungen allein in Frage, sondern es ist auch wie bei den städtischen Kühlhäusern an gleichzeitige Lagerung von Butter, Eier, Fleisch und dgl. gedacht. Eigentümlicherweise spielen aber bis jetzt in den großen Kühlhäusern Gartenbauprodukte eine völlig untergeordnete Rolle. Der Erzeuger sowie der Handel mit Obst und Gemüse hat in Deutschland nur in einzelnen Fällen ein Interesse für Einkühlung aufzubringen vermocht, ganz im Gegensatz zu außerdeutschen Ländern.

Tiefkühlung verlangsamt einerseits den Reifeprozess, erschwert andererseits aber auch die Entwicklung und Vermehrung der Fäulniserreger. Außerdem soll darauf hingewirkt werden, daß die eingekühlten Produkte nicht nur langsam reifen, sondern daß sie sich auch geschmacklich normal ausbilden.

Der Grundgedanke ist eben, daß nach erprobten Versuchen und Erfahrungen Produzenten, Handel und kaufmännische Organisationen den Mut besitzen, die an sich kostspieligen Kühlhäuser zu schaffen, soweit solche nicht schon vorhanden sind, durch deren möglichst vielseitige Ausnutzung der Betrieb die Ausgaben rechtfertigen lassen würde.

Außerdem sind in den letzten Jahren deutsche sowie ausländische Firmen entstanden, die den Plan verfolgen, wo nicht in Kühlhäusern gearbeitet werden kann, Kühlagerungen in mehr oder weniger großen Kühlchränken zu machen. Diese Kleinkühlanlagen, wie sie in Gestalt des Kelvinators zu unseren Versuchen benutzt werden, wären für den Erzeuger das Gegebene, um seine Produkte je nach Bedarf zu ganz bestimmter Zeit auf den Markt werfen zu können.

Zwar nicht in allen Fällen parallel zu unseren Kühlzellenversuchen, jedoch teilweise Hand in Hand gingen die Großversuche, welche durch das Institut für Landwirtschaftliche Marktforschung

in den Räumen der Gesellschaft für Markt- und Kühlwesen durchgeführt wurden (siehe den Sonderbericht dieses Instituts).

Zusammenfassend muß gesagt werden daß die Einkühlung in den meisten Fällen sowohl beim Gemüse wie beim Obst für eine gewisse Zeitspanne, wie es im einzelnen vorstehend beschrieben wurde, durchaus als ein Fortschritt bisheriger Erfahrungen und als wirtschaftlich vorteilhaft angesehen werden kann. Es muß aber weiterhin bedacht werden, daß eingekühlte Ware, selbst wenn sie von noch so guter Beschaffenheit ist, unter Umständen nicht abgesetzt werden kann, weil die sogenannte Markt-Konjunktur für die betreffende Ware schon vorüber ist. Es bedarf deshalb die Auswahl der zu kühlenden Erzeugnisse einer engsten Zusammenarbeit zwischen dem erfahrenen Erzeuger, dem Marktkenner und dem Kühlwissenschaftler, um jedes Kapital- und Arbeitsrisiko auf ein Minimum zu beschränken. Um dieses Ziel der Kühlung und Lagerung, das in unseren klimatischen Verhältnissen weit vorteilhafter liegt als z. B. in den oberitalienischen Kühllhäusern, der heimischen Erzeugung nutzbar zu machen, ist eine weitere Bearbeitung dieses Gebietes in bezug auf Sorteneignung, Art-eigentümlichkeiten, Standortsberücksichtigung und Düngung notwendig.

Literatur.

- Brandt, Die Zukunft des deutschen Feldgemüsebaues. Dtsch. Ldw. Presse, Berlin 1930, 2.
- , Kühlfibel für Gemüse und Obst. Preuß. Druckerei- und Verlags-A.-G., Berlin 1933.
- Ebert, Kühllagervorrichtungen für den Gartenbau. Gartenbauwirtschaft, Berlin 1926, 64, 2.
- Ewell, The Disappearance of Ozone in Cold Storage Rooms. Refrigeratio Engineering, Dec. 1930.
- Gätjens, Entstehung von Gerüchen in isolierten Kühl- und Gefrierräumen Kältetechn. Anzeiger, Düsseldorf 1926, 8.
- Greene, The Elements of Refrigeration. John Miley and Sons, New York 1919.
- Gurshy, Ein Versuch zur Erforschung, wieweit sich einige Apfelsorten eignen, den Winter über aufbewahrt zu werden. U. S. S. R., Gorki 1927.
- Heiß, Obstkühlung. Wärme- u. Kältetechnik 1928, 3, 8.
- Hirsch, Die Kältemaschine. Jul. Springer, Berlin 1932.
- Kemmer, Die Kuhl-anlage für Obst und Gemüse in Verona. Der Obst- und Gemüsebau, Berlin 1930, 9, 137.
- Kessler, Der gegenwärtige Stand der Obstlagerungsfrage. Ldw. Jahrb. d. Schweiz 1928.
- Kidd and West, Gas Storage of Fruit. Food Investigation, Spec. Ren. 30, London 1927.

- Kochs, Chemisch-physiologische Untersuchungen an Kernobst bei der Lagerung
Jahresbericht d. Lehr- u. Forschungs.-Anst. f. Gartenbau, Berlin-Dahlem
1924/25, 76.
- , Geölte Einwickelpapiere zur Verhütung von Lagerkrankheiten. Jahresber.
d. Lehr- u. Forschungs.-Anst. f. Gartenbau, Berlin-Dahlem 1926, 36.
- , Kühlagerungsversuche an Äpfeln zur Prüfung von Einwickelpapieren ver-
schiedener Firmen. Jahresber. d. Lehr- u. Forschungs.-Anst. f. Gartenbau
1927, 34.
- , Kühlagerungsversuche. Jahresber. d. Lehr- u. Forschungs.-Anst. f. Gartenbau
1930, 37.
- , Versuche zur Kernobst-Kühlagerung. Zeitschr. f. d. gesamte Kälteindustrie,
Berlin 1926, 6, 86.
- Meyer u. Kessler, Kühlagerungsversuche mit verschiedenen Apfelsorten.
Verbandsdruckerei A.-G., Bern 1929.
- Morris, Studies in Apple Storage. Bullet. 193, State College of Washington,
Pullman 1925.
- Palm, Äplets pricksjuka. Sveriges Pomolog. föreningsårsskrift 1915, 1, 1.
- Plank, Amerikanische Kältetechnik. V.D.I.-Verlag, Berlin 1929.
- , Versuche über die Kaltlagerung von Obst und Gemüse. Ges. f. Kältewesen,
Berlin 1927—28.
- u. Gerlach, Über die Konservierung von frischem Beeren-, Kern- und Stein-
obst in Kühlräumen. Oldenbourg, Berlin u. München 1917.
- Rasmusson, Die Lebensmittel und ihre Aufbewahrung. Hannover 1931.
- , Studien über den Reifungsprozeß und die Haltbarkeit des schwedischen
Obstes bei der Aufbewahrung im Kühlhause. Angewandte Botanik, Berlin
1931, XIII, 6, 473 u. 1932, XIV, 5, 660.
- Roloff, Rotary Compressors in Mechanical Refrigeration. Refrigerating Engi-
neering 1928, 16, 127.
- Schneider u. Friebe-Scupin, Saison-Ausgleich auf dem Tomatenmarkt
durch Kühlagerung. Inst. f. landw. Marktforschung, Berlin 1931.
- Schmidt, Erfahrungen mit Kühlagerung des Obstes. Gartenflora, Berlin 1930,
Okt.—Nov.
- Sprenger, Das Vorkühlen von Obst in den Vereinigten Staaten. Blätter f.
landw. Marktforschung, Berlin 1931, 2, 259.
- Wilden and Davis, Modern Packing House. Nickersons & Collins Co., Chicago.
- Zschokke, Versuche über Kühlagerung von Obst. Landw. Jahrb. d. Schweiz,
Bern 1917, 511.
- Der Früchtehandel, Berlin 1931, 8, 7 u. 1926, 34, 35, 36, 38; Zeitschr. f. d.
ges. Kälteindustrie 1926, 3.
- Über den Einfluß der Ozonisierung der Kühlhausluft auf ihren Keimgehalt,
Siemens & Halske A. G. Wernerwerk, Berlin-Siemensstadt.

Systematische Untersuchungen an Gurkenarten und Varietäten.

Von

S. Gabajew.

Institut für Pflanzenbau, Leningrad.

I. Klassifikation der Gurken.

Die Frage der Einteilung der Gurken in Varietäten wurde zum ersten Male Anfang des vorigen Jahrhunderts aufgeworfen. Einige Forscher¹⁾ legten mehr oder weniger detaillierte Schemen solch einer Einteilung vor, doch alle diese litten an denselben Mängeln. Vor allen Dingen stand genannten Forschern ein äußerst spärliches Material zur Verfügung; sie hatten sich auf die westeuropäischen Marktsorten zu beschränken. Kein Wunder daher, daß die von ihnen aufgestellten Varietäten äußerst einförmig sind, schwer zu unterscheiden, und die Mannigfaltigkeit der jetzt bekannten Formen nicht umfassen können. Außerdem sind alle diese Varietäten ausschließlich auf Grund morphologischer Merkmale aufgestellt, ohne ihre genetischen Beziehungen und geographische Verbreitung in Betracht zu ziehen.

Dank einer Reihe von Expeditionen, die vom Institut für Pflanzenbau²⁾ unternommen wurden, ist es uns jetzt gelungen, reichliches Material zu sammeln, das es uns möglich macht, an die Aufstellung einer mehr erschöpfenden Klassifikation der Gurke heranzutreten. Diese Arbeit wurde von der Abteilung für Cucurbitaceen des Instituts für Pflanzenbau durchgeführt und kann kurz in Form des folgenden Schemas dargestellt werden. Gegenwärtig kann man von 14 Varietäten reden, die folgendermaßen gruppiert werden können:

¹⁾ DeCandolle, 1828; Séringe, 1849; Naudin, 1859; Alefeld, 1866; Harz, 1885.

²⁾ Diese Expeditionen haben folgende außereuropäische Länder erforscht: Ägypten, Palästina, Syrien, Klein- und Mittel-Asien, Afghanistan, Persien, Mongolei, China, Japan, Indien und die Vereinigten Staaten Amerikas.

Cucumis sativus L.

ssp. <i>rigidus</i> (<i>orasiaticus</i>) Gabajew	ssp. <i>gracilis</i> (<i>antasiaticus</i>) Gab.	ssp. <i>agrestis</i> Gab. var. <i>Hardwickii</i> (Royle) Alef.
var. <i>falcatus</i> Gab.	var. <i>irano-turanicus</i> Gab.	
„ <i>tuberculatus</i> Gab.		
„ <i>vulgatus</i> Gab.	var. <i>izmir</i> Gab.	
„ <i>testudaceus</i> Gab.	„ <i>cilicicus</i> Gab.	
„ <i>europaeus</i> Gab.	„ <i>anatolicus</i> Gab.	
„ <i>squamosus</i> Gab.	„ <i>anglicus</i> (Bailey) Gab.	
„ <i>sikkimensis</i> Hooker		
var. <i>indo-europaeus</i> Gab.		

Leitfaden zur Bestimmung der Varietäten der Gurke.

A. Pflanzen nur in der Kultur angetroffen,
Früchte eßbar

I. Behaarung des Fruchtknotens selten,
Oberfläche desselben höckerig. Vegetative
Organe meistens kräftig entwickelt,
groß und grob

1. Frucht am Grunde meistens mehr
oder weniger ausgezogen¹⁾

a) Samenreife Frucht gelblich-weiß
oder selten braun. Oberfläche des-
selben glatt

b) Samenreife Frucht gelblich-weiß.
Oberfläche derselben höckerig .

2. Frucht am Grunde segmentiert

a) Samenreife Frucht braun oder
selten gelblich-weiß. Netz weit-
maschig, oder in Form von ein-
zelnen Rissen, oder auch fehlend

b) Samenreife Frucht dunkelbraun.
Netz schildkrötenartig²⁾ . . .

ssp. *rigidus* (*orasiaticus*) Gab. (Ostasiatische Gurke)

var. *falcatus* Gab. (Sichelförmige Gurke)

var. *tuberculatus* Gab. (Höckerige Gurke)

var. *vulgatus* Gab. (Gewöhnliche Gurke)

var. *testudaceus* Gab. (Schildkrötenartige Gurke)

¹⁾ Die Merkmale der Frucht-Basis sind deutlich sichtbar an der grünen Frucht, während sie beim Erreichen der Samenreife etwas verwischt sind.

²⁾ Ein schildkrötenartiges Netz bildet sich, wenn ein Teil der Risse konzentrisch zu den Höckern liegt, während der Rest mehr oder weniger unregelmäßig verteilt ist.

3. Frucht am Grunde glatt

a) Farbe der samenreifen Frucht gelblich-weiß. Netz aus einzelnen Rissen bestehend oder abwesend

var. *europaeus* Gab.
(Europäische Gurke)

b) Farbe der samenreifen Frucht verschieden. Schattierungen braun.

* Farbe der samenreifen Frucht dunkel- oder schwarz-braun.

Oberfläche mit einzelnen Schuppen bedeckt. Frucht klein

var. *squamosus* Gab.
(Schuppige Gurke)

** Farbe der samenreifen Frucht rot-braun. Netz großmaschig. Frucht groß

var. *sikkimensis*
Hooker (Sikkim-Gurke)

*** Farbe der samenreifen Frucht braun. Netz großmaschig. Frucht von mittlerer Größe

var. *indo-europaeus*
Gab. (Indo-europäische Gurke)

II. Behaarung des Fruchtknotens dicht, Oberfläche desselben glatt. Vegetative Organe meistens verhältnismäßig schwach entwickelt, zart und weicher

1. Frucht am Grunde glatt

a) Samenreife Frucht schmutzig ockerfarben. Netz kleinmaschig .

ssp. *gracilis* (*antasiaticus*) Gab. (West-europäische Gurke)

b) Samenreife Frucht von gelber, orange-gelber oder hellbrauner Farbe. Netz fehlt, oder wenn vorhanden, so nur aus einzelnen Rissen bestehend

var. *irano-turanicus*
Gab. (Iran-turanische Gurke)

c) Samenreife Frucht gelblich-weiß. Ein Netz fehlt.

var. *cilicicus* Gab. (Cilicische Gurke)

var. *izmir* Gab. (Smyrna-Gurke)

2. Frucht am Grunde mehr oder weniger ausgezogen

a) Samenreife Frucht schmutzig ockerfarben. Netz kleinmaschig .

var. *anatolicus* Gab.
(Anatolische Gurke)

b) Farbe der samenreifen Frucht gelblich-weiß. Ein Netz fehlt oder es sind nur feine Risse vorhanden

var. *anglicus* (Bailey)
Gab. (Englische Gurke)

B. Pflanzen wildwachsend. Früchte wegen

ihrer Bitterkeit nicht genießbar . . .	ssp. <i>agrestis</i> Gab. var.
	<i>Hardwickii</i> (Royle)
	Alef. (Hardwick-
	Gurke)

Beschreibung der Gurkenvarietäten.

I. Ostasiatische Gurken.

1. Die sichelförmige Gurke (var. *falcatus*). Pflanzen mit langen Ranken, spätreif. Die grüne, zum Abnehmen reife Frucht ist von großen Dimensionen (häufig über 50 cm lang), zylindrisch, sichelförmig gekrümmt oder schlangenartig, mit glatter, scharf höckeriger Oberfläche. Färbung hell- oder dunkelgrün, eintönig oder mit deutlichen oder auch verschwommenen Streifen, welche bei den einzelnen Formen entweder vom Grunde, von der Mitte oder auch von der Spitze der Frucht ausgehen.

Die samenreife Frucht ist gelblich-weiß oder von brauner Farbe; im ersten Falle fehlt das Netz, im zweiten kann dasselbe groß- oder kleinmaschig sein.

Die Sorten dieser Varietät sind in Japan, China und im Fernen Osten der Sowjet-Republik verbreitet und sind gleichfalls nach West-Europa und den Vereinigten Staaten Amerikas¹⁾ eingeführt worden.

Die Hauptmängel dieser Sorte sind ihre geringe Ertragsfähigkeit und der ziemlich grobe Geschmack der Frucht, der dem Vorwiegen des Rindenteiles des Fleisches über die Plazenten zuzuschreiben ist.

2. Höckerige Gurke (var. *tuberculatus*). Pflanzen mit langen Ranken und äußerst spätreif. Die grüne Frucht ist von mittleren Dimensionen, zylindrisch oder gedehnt-spindelförmig, die Oberfläche ist furchig und grobhöckerig. Die Färbung ist hellgrün mit deutlichen Streifen, die vom mittleren Teil der Frucht oder von deren Grunde ausgehen. Die Schale ist zart, durchscheinend und gibt der Frucht den Anschein eines Wachsmodells. Beim Reifen bleiben die Höcker erhalten und die Frucht nimmt eine gelblich-weiße Färbung an. Ein Netz fehlt oder ist vorhanden, doch nur am Grunde der Frucht. Die Pflanzen, welche für die Beschreibung dienten, sind aus Samen gezogen, die von Prof. W.W. Marcowitsch

¹⁾ Japanische Klettergurke, chinesische Schlangengurke, Vers très long de Chine, Japanese Climbing und viele andere.

aus Srinagar (Provinz des Pandschab in Indien) zugestellt worden sind. Außerhalb Indiens sind diese Gurken nicht bekannt, offenbar wegen ihrer Spätreife, mittleren Ertragsfähigkeit und mittelmäßigem Wohlgeschmack.

3. Die gewöhnliche Gurke (var. *vulgatus*). Pflanzen mit langen Ranken, von mittlerer oder mittelfrüher Reife. Die grüne Frucht ist mittelgroß, zylindrisch oder spindelförmig, häufig leicht gekrümmt, mit furchig-höckeriger Oberfläche. Die Färbung ist hell- oder dunkelgrün mit deutlichen oder verschwommenen Streifen, die vom Grunde oder vom mittleren Teil der Frucht ausgehen. Färbung der samenreifen Frucht, Netz und Verbreitungsgebiet dieser Varietät sind dieselben wie bei der Schlangengurke.

4. Die Schildkrötenartige Gurke (var. *testudaceus*). Pflanzen langrankig und äußerst spätreif. Die grüne Frucht ist von mittlerer Größe, zylindrisch oder birnenförmig, mit gefurchter, höckeriger Oberfläche. Die Färbung ist hellgrün, mit deutlichen und mit verschwommenen Streifen, die am Grunde der Frucht beginnen. Die reife Frucht wächst stark aus; die Schale nimmt eine braune Färbung an und bedeckt sich mit einem schildkrötenartigen Netz.

Diese Varietät ist in Indien verbreitet. Wegen geringer Ertragsfähigkeit, mittelmäßigem Geschmack und beträchtlicher Spätreife ist sie für den europäischen Gemüsebau nicht von Bedeutung.

5. Die Europäische Gurke (var. *europaeus*). Pflanzen mit langen Ranken, spätreif. Die grünen Früchte sind von mittlerer Größe, spindelförmig oder länglich eiförmig, mit leicht gefurchter und höckeriger Oberfläche. Die Farbe ist hellgrün mit verschwommenen Streifen, die in der Mitte der Frucht oder am Grunde derselben beginnen. Die reife Frucht ist gelblich-weiß, ein Netz fehlt, oder es sind nur feine Risse vorhanden.

Die Vertreter dieser Varietät sind in europäischen Ländern verbreitet und dafür bestimmt, unter Glas gezogen zu werden. Die Gurken verdanken ihren Ursprung Bastardierung und sind ein Produkt von Pflanzenzüchtung. Was die russischen Sorten betrifft, gehören hierher die Gurken vom Typus Kulenkamp (die Kulenkamp-, Berlisow- und Klin-Gurken).

6. Die Schuppige Gurke (var. *squamosus*). Die Pflanzen haben kurze Ranken und nehmen in bezug auf Frühreife eine Mittelstellung ein. Die grünen Früchte sind klein, eiförmig oder kugelförmig, mit gefurchter und höckeriger Oberfläche. Die Färbung ist hellgrün mit verschwommenen Streifen, die vom Grunde der

Frucht ausgehen. Bei der Reife wird die Schale braun und bedeckt sich mit einem großmaschigen Netz, in dessen Rissen die Korksicht in Form von einzelnen Schuppen mit zurückgebogenem Rande absteht. Eine Eigentümlichkeit dieser Gurke ist, daß innerhalb der samenreifen Frucht sich eine Höhlung bildet, wobei die Plazenten in drei schmalen Bändern längs den Wänden liegen, ohne sich gegenseitig zu berühren. Bei vollkommener Reife fällt der Fruchtstengel leicht ab, was bei den übrigen Gurken niemals vorkommt. Verbreitungsgebiet Indien (Provinz Assam).

Trotz ihres Wohlgeschmackes sind diese Gurken nicht zu empfehlen, da sie von niedriger Ertragsfähigkeit sind und die grünen Früchte rasch braun werden.

7. Die Sikkim-Gurke (var. *sikkimenses* Hooker). Pflanzen mit langen Ranken, spätreif. Die grüne Frucht ist höckerig. Die reife Frucht ist rotbraun mit großmaschigem Netz, von großen Dimensionen und unregelmäßig zylindrischer Form¹⁾.

Wächst in Indien und im östlichen Himalaja.

8. Die Indo-europäische Gurke (var. *indo-europaeus*). Die Pflanzen haben meistens lange Ranken und sind mehr oder weniger spätreif. Die grüne Frucht ist von mittlerer Größe, länglich eiförmig oder spindelförmig, von hellgrüner oder dunkelgrüner Farbe, mit deutlichen Streifen, die von der Mitte der Frucht ausgehen. Die reife Frucht ist braun und von einem großmaschigen oder der Länge nach großmaschigen Netz bedeckt. Die Sorten dieser Varietät sind in Indien verbreitet und werden gleichfalls in USSR — in der Ukraine, der Krim, an der kaukasischen Küste des Schwarzen Meeres und in den transkaukasischen Republiken — weitläufig angebaut. Weiterhin nach Süden, in Persien und Afghanistan, werden sie nur in Form von Inseln angetroffen, die sich in der Richtung nach Indien hinziehen.

Hierher gehören die russischen Sorten vom Typus Nezhin, nämlich Nezhin, Krim und Dragozennost Rynka (Kleinod des Marktes).

II. Westasiatische Gurken.

9. Die Iran-turanische Gurke (var. *irano-turanicus*). Die Pflanzen haben Ranken von mittlerer Länge und sind von mittlerer Frühreife. Die grünen Früchte sind von mittlerer Größe,

¹⁾ In der Sammlung des Instituts für Pflanzenbau fehlt die Sikkim-Gurke. Wir beschreiben dieselbe auf Grundlage literarischer, leider zu knapper Angaben.

elliptisch oder zylindrisch, eine glatte, ebene Oberfläche zeigend. Die Färbung ist dunkelgrün, die Streifen sind deutlich und beginnen erst an der Spitze der Frucht. Die reife Frucht ist ockerfarben und mit einem kleinmaschigen Netz bedeckt.

Ein großer Vorzug der zu dieser Varietät gehörenden Gurken ist ihre Anpassungsfähigkeit an ein heißes, trockenes Klima, Ertragsfähigkeit und Wohlgeschmack, aus welchem Grunde sie für heiße Länder zu empfehlen sind.

Diese Gurken werden in Persien, Afghanistan, den mittelasiatischen Republiken der Sowjet-Union und in deren südöstlichem europäischen Teil angebaut.

10. Die Smyrna-Gurke (var. *izmir*). Ranken von mittlerer Länge, Pflanzen spätreif. Die grüne Frucht ist von mittlerer Größe oder groß, zylindrisch, länglich eiförmig oder spindelförmig, leicht gefurcht, mit glatter oder unebener Oberfläche, von grünlich-weißer Färbung. Die samenreife Frucht ist gelblich-weiß, ohne Netz oder mit feinen Rissen.

Die Vertreter dieser Varietät sind in Smyrna (Kleinasien) und Umgebung verbreitet. Für den europäischen Gemüsebau sind sie meistens nicht von Bedeutung, da sie sich häufig durch niedrige Ertragsfähigkeit, Spätreife und geringen Wohlgeschmack auszeichnen. Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß in einigen Formen der Smyrna-Gurke diese negativen Eigenschaften fehlen. Sie sind von kleinen oder mittleren Dimensionen und nehmen in bezug auf Frühreife eine Mittelstellung ein. Die Vertreter dieser Formen sind die russischen Sorten vom Typus der Nerossim-Gurke, die in der ganzen Sowjet-Union, im Norden wie auch im Süden, angebaut werden und außerdem in West-Europa verbreitet sind.

11. Die Cilicische Gurke (var. *ciliciensis*). Die Ranken sind kurz oder von mittlerer Länge, die Pflanzen frühreif oder mittelfrüh. Die grünen Früchte sind klein oder von mittlerer Größe, eiförmig oder elliptisch, mehr oder weniger scharf gefurcht, mit glatter oder mit unebener Oberfläche. Die Farbe ist hellgrün, mit deutlichen und mit verschwommenen Streifen, die vom Grunde oder vom mittleren Teil der Frucht ausgehen. Die reifen Früchte sind gelb oder orange-gelb, ohne Netz oder mit feinen Rissen bedeckt.

Das Verbreitungsgebiet dieser Varietät ist der südwestliche Teil von Kleinasien, Syrien und Palästina.

Frühreife, hohe Ertragsfähigkeit und Wohlgeschmack, die der Cilicischen Gurke eigen sind, veranlassen uns, dieselbe der Be-

achtung von Pflanzenzüchtern zu empfehlen. Es muß in Betracht gezogen werden, daß die besten russischen Sorten, die zum Typus der Murom-Gurke (Murom, Borowsky, Wjasnikow, Axel und Astrachan) gehören, ihren Ursprung der obengenannten Varietät verdanken.

Offenbar ist die Cilicische Gurke von Kleinasien nach Rußland in jener entfernten Epoche eingeführt worden, als das byzantinische Reich noch nicht den Seldshuken unterworfen war und in regen Handelsbeziehungen zu den russischen Fürstentümern stand. Während der seitdem verflossenen Jahrhunderte haben sich diese Gurken über die ganze russische Ebene verbreitet und sich den klimatischen und Bodenverhältnissen vollkommen angepaßt. Sie werden hauptsächlich in der nördlichen Hälfte der Union angebaut und genießen auch in West-Europa einen Ruf.

12. Die Anatolische Gurke (var. *anatolicus*). Die Pflanzen haben lange Ranken und gehören zu den spätreifen Formen. Die grüne Frucht ist groß, länglich-zylindrisch, glatt, gerade oder leicht gekrümmt, am Grunde ausgezogen. Die Farbe ist dunkelgrün, die Streifen verschwommen und gehen von der Spitze der Frucht aus. Die reife Frucht ist ockerfarben und mit einem feinmaschigen Netz bedeckt.

Die zu dieser Varietät gehörenden Sorten werden in Kleinasien und in Transkaukasien angebaut. Sie zeichnen sich durch geringen Wohlgeschmack und schwache Ertragsfähigkeit aus. In bezug auf eine Reihe von Merkmalen zeigen diese Sorten eine große Ähnlichkeit mit einigen west-europäischen Treibgurken. Es wäre daher von Interesse, einen Versuch ihrer Kultur unter Glas zu machen. Für die Freiland-Kultur eignen sie sich nur in südlichen Ländern.

13. Die englische Gurke (var. *anglicus*). Die Pflanzen haben lange Ranken und sind spätreif. Die grüne Frucht ist groß, länglich-zylindrisch, gerade oder leicht gekrümmt, am Grunde mehr oder weniger ausgezogen. Die Farbe ist dunkel- oder hellgrün, mit verschwommenen Streifen an der Spitze der Frucht oder ohne dieselben. Die reife Frucht ist gelblichgrün, ohne Netz oder bloß mit feinen Rissen.

Die zu dieser Varietät gehörenden Sorten sind in den west-europäischen Ländern verbreitet und sind das Resultat von Bastardierung west- und ostasiatischer Gurken. Diese Gurken werden ausschließlich unter Glas gezogen (Mistbeete, Treibhäuser).

III. Die wilde Gurke.

14. Die Hardwick-Gurke (var. *Hardwickii*) ist eine wildwachsende Varietät der Gurke, welche offenbar die Ausgangsform ist, der die kultivierten Vertreter dieser Pflanze ihren Ursprung verdanken.

Es ist uns nicht gelungen, Samen der Hardwick-Gurke zu erhalten, und wir sind daher genötigt, uns auf die kurze Beschreibung Royles (1839) zu beschränken.

Die Früchte sind eiförmig, klein, 3,7 bis 4,4 cm lang, ihre Färbung ist hellgrün mit deutlichen Streifen, die vom Grunde der Frucht ausgehen. Der Geschmack der Früchte ist bitter.

Die Gurke wächst in den Wäldern an den Abhängen des Himalaja, wie auch in einigen Gebieten Indiens.

II. Die Gurkensorten in USSR.

Auf dem Territorium der Sowjet-Union werden über 100 verschiedene Gurkensorten angebaut, doch kann natürlich weder diese Ziffer noch irgendeine andere als zuverlässig gelten. Man muß eingedenk sein, daß häufig dieselbe Sorte verschiedene Benennungen trägt (Synonyme) und umgekehrt dieselbe Benennung ganz verschiedenem Material beigelegt wird. Außerdem sind viele von den Sorten lokale Sorten und nur auf beschränkten Gebieten verbreitet. Diese Betrachtungen haben uns veranlaßt, nicht nach der Beschreibung aller russischen Sorten zu streben, sondern uns auf diejenigen zu beschränken, die weiten Ruf genießen und über die ganze Union verbreitet sind.

Leitfaden zur Bestimmung der in USSR am meisten verbreiteten Gurkensorten.

A. Behaarung des Fruchtknotens schwarz.

a) Behaarung des Fruchtknotens dicht. Die Oberfläche der zum Abnehmen reifen¹⁾ Frucht ist glatt oder uneben.

1. Frucht eiförmig.

* Färbung der Frucht hellgrün, Oberfläche derselben uneben. Murom-Gurke.

** Färbung der Frucht dunkelgrün mit fettigem Glanz, Oberfläche glatt Astrachan-Gurke.

¹⁾ Der Leitfaden ist auf Grund der Merkmale zum Abnehmen reifer Früchte zusammengestellt, weshalb fernerhin die Worte „zum Abnehmen reif“ ausgelassen sind.

2. Frucht länglich-eiförmig.

* Frucht schmal, meistens glatt. Wjasnikow-Gurke.

** Frucht breit, meistens uneben. Borowsky-Gurke.

3. Form der Frucht zylindrisch.

* Färbung der Frucht hellgrün, Oberfläche derselben uneben Axel-Gurke.

** Färbung der Frucht dunkelgrün mit fettigem Glanz, die Oberfläche der Frucht ist glatt. Galachow-Gurke.

b) Behaarung des Fruchtknotens selten. Oberfläche der Frucht höckerig.

1. Frucht länglich-eiförmig.

* Die ganze Frucht ist dunkelgrün. Nezhin-Gurke.

** Die ganze Frucht mit Ausnahme der Basis ist dunkelgrün. Letztere zeigt einen braunen Fleck Krimer Gurke.

2. Frucht von dunkelgrüner Färbung. Kleinod des Marktes.

B. Behaarung des Fruchtknotens weiß.

a) Behaarung des Fruchtknotens dicht. Oberfläche der Frucht glatt und uneben.

1. Frucht länglich-eiförmig. Das Muster besteht aus deutlichen Streifen Nerossim-Gurke.

2. Form der Frucht elliptisch. Das Muster besteht aus deutlichen und verschwommenen Streifen. Pawlowsk-Gurke.

b) Behaarung des Fruchtknotens selten. Die Oberfläche der Frucht ist höckerig.

1. Frucht spindelförmig.

* Frucht von hellgrüner Farbe, am Grunde stumpf Kulenkamp-Gurke.

2. Frucht länglich-eiförmig.

* Frucht von hellgrüner Farbe, am Grunde stumpf Berlisow-Gurke.

** Frucht von sehr heller Färbung, oft grünlich-weiß, am Grunde mehr oder weniger ausgezogen Klin-Gurke.

I. Typus der Murom-Gurke (var. *cilicicus* Gab.).

Behaarung des Fruchtknotens schwarz und dicht. Die zum Abnehmen reife Frucht zeigt eine glatte oder unebene Oberfläche. Die samenreife Frucht ist von orangegelber Farbe, ohne Netz oder mit feinen Rissen bedeckt.

Zu diesem Typus gehören die Sorten: Murom, Borowsky, Wjasnikow, Axel und Astrachan.

1. Die Murom-Gurke ist die älteste und populärste russische Sorte, die schon seit dem vorigen Jahrhundert wohlbekannt ist. Sie verdankt ihren Namen der Gegend (Murom im Gouv. Nizhny-Nowgorod), welche den Mittelpunkt ihrer Kultur zu Samenzwecken bildet.

Die Pflanzen haben kurze Ranken und sind die frühreifsten. Die zum Abnehmen reifen Früchte sind klein, schwach gefurcht, eiförmig, mit glatter oder unebener Oberfläche. Ihre Färbung ist hellgrün mit deutlichen Streifen, welche in der Mitte der Frucht beginnen.

Die Murom-Gurke eignet sich für Kästen wie auch für Freilandzucht. Die Früchte zeichnen sich durch Wohlgeschmack aus und liefern gutes Material zum Einsalzen.

Zu den Mängeln der Murom-Gurke gehört ihre kurze Tragezeit — ihre Früchte reifen früher als in anderen Sorten. dafür hören sie auch früher auf. Außerdem werden die grünen Früchte rasch gelb und müssen daher besonders sorgfältig und in kurzen Zwischenräumen eingesammelt werden.

2. Die Borowsky-Gurke stammt aus der Gegend von Borow (Moskauer Gebiet) und gehört zur Gruppe der mittelfrühen Sorten. Die Ranken sind von mittlerer Länge. Die grüne Frucht ist länglich-eiförmig, von mittlerer Größe, schwach gefurcht und mit unebener Oberfläche. Die Färbung ist grün mit deutlichen Streifen, die im mittleren Teil der Frucht ihren Anfang nehmen. An der Spitze der Frucht befindet sich gewöhnlich ein verschwommener weißer Fleck.

Die Sorte wird in Kästen wie auch im Freiland gezogen. Die Früchte zeichnen sich durch Wohlgeschmack aus und eignen sich zum Gebrauch in frischem Zustande wie auch zum Einsalzen.

3. Die Wjasnikow-Gurke verdankt ihren Namen der Stadt Wjasnikow (Iwanowsches Gebiet).

Gleich der vorhergehenden Sorte hat sie Ranken von mittlerer Länge und nimmt in bezug auf Frühreife eine Mittelstellung ein. Die grüne Frucht ist von mittleren Dimensionen, länglich-eiförmig, breiter (dicker) als die Borowsky-Gurke, schwach gefurcht und zeigt eine unebene Oberfläche. Die Färbung ist hellgrün, mit deutlichen, zuweilen verschwommenen Streifen, die in der Mitte

oder am Grunde der Frucht beginnen. An der Spitze befindet sich ein verschwommener weißer Fleck.

Die Wjasnikow-Gurke kann in Kästen wie auch im Freiland gezogen werden. Die Früchte sind schmackhaft, doch eignen sie sich nicht zum Einsalzen, da sie leicht schlaff und löcherig werden.

4. Die Axel-Gurke wurde zum ersten Male im Jahre 1891 beschrieben und genießt weite Verbreitung, dank der Samenfirma Immer, welche sie propagierte. M. W. Rytow ist der Meinung, daß diese Gurke ihren Ursprung einer Kreuzung zwischen der Pawlowsk-Gurke (Beschreibung siehe unten) und der deutschen Sorte Frühe Grüne Traubengurke verdankt. Dies scheint jedoch zweifelhaft, da die Axel-Gurke im Rayon Krasnoslobodsk (mittleres Wolga-Gebiet) weitläufig angebaut wird und nach dem dort befindlichen Dorf Axel benannt ist.

Die Sorte ist mittelfrüh, mit Ranken von mittlerer Länge. Die grüne Frucht ist zylindrisch, häufig in der Mitte etwas erweitert, schwach gefurcht und zeigt eine äußerst unebene, oft sogar feinhöckerige Oberfläche. Die Färbung ist hellgrün, mit verschwommenem weißen Fleck an der Spitze und mit deutlichen Streifen, die in der Mitte der Frucht beginnen.

Die Axel-Gurken können in Kästen wie auch im Freiland gezogen werden. Die Früchte sind von mittlerem Wohlgeschmack (etwas grob) und eignen sich zum Einsalzen. Die jungen Ansätze werden als „Cornichons“ eingemacht.

5. Die Astrachan-Gurke wird hauptsächlich in den trockenen Gegenden des Unteren Wolga-Gebiets angebaut, doch in unseren Aussaaten gedieh sie auch in der Nähe von Leningrad (Slutzk, Detskoje Selo). Die Gurke ist schon seit langem bekannt, doch wird sie nicht selten mit der weiter unten beschriebenen Galachow-Gurke verwechselt. Gleich der Murom-Gurke besitzt auch diese kurze Ranken und gehört zu den frühen Sorten. Die grüne Frucht ist eiförmig, klein, glatt und ohne Furchen. Die Färbung ist dunkelgrün mit eigentümlichem fettigen Glanz. Die Streifen sind deutlich und finden sich nur an der Spitze der Frucht.

Die Astrachan-Gurke wird weitläufig im Freiland angebaut, auch eignet sich dieselbe für die Kultur in Kästen. Ihr Geschmack ist noch zarter und angenehmer als derjenige der Murom-Gurke: auch zum Einsalzen ist sie geeignet.

II. Typus der Galachow-Gurke (var. *irano-turanicus* Gab.).

Behaarung des Fruchtknotens schwarz und dicht. Die zum Abnehmen reife Frucht zeigt eine glatte Oberfläche. Die samenreife Frucht ist ockerfarben und mit einem feinmaschigen Netz bedeckt. Zu diesem Typus gehört die Galachow-Gurke.

6. Die Galachow-Gurke ist nach ihrem Urheber Galachow benannt. Dieselbe ist im zentralen Schwarzerde-Gebiet, im Wolga-Gebiet, im nördlichen Kaukasus und in der Krim verbreitet, da sie leicht heißes Wetter verträgt.

Die Pflanzen haben Ranken von mittlerer Länge und gehören zu den mittelfrühen Sorten. Die grüne Frucht ist von mittlerer Größe, zylindrisch, glatt und ohne Furchen. Die Färbung ist dunkelgrün mit demselben charakteristischen Glanze wie bei der Sorte Astrachan. Die Streifen sind deutlich und nur an der Spitze der Frucht zu finden.

Die Sorte wird im Freiland angebaut und ist von mittlerem Wohlgeschmack. Was ihren Anbau in Kästen und ihre Geeignetheit fürs Einsalzen betrifft, sind keine Angaben vorhanden.

III. Typus der Nezhin-Gurke (var. *indo-europaeus* Gab.).

Behaarung des Fruchtknotens schwarz und selten. Die zum Abnehmen reife Frucht zeigt eine höckerige Oberfläche. Die samenreife Frucht ist von brauner Farbe und mit einem großmaschigen Netz bedeckt.

Zu diesem Typus gehören die Gurken Nezhin, Krim und Kleinod des Marktes.

7. Die Nezhin-Gurke. Synonyme: Kleinrussische, Ukrainer, Odessaer, Dolzhik, Borstschagowski.

Die Nezhin-Gurken sind im Süden des europäischen Teil von USSR verbreitet und verdanken ihren Namen der Stadt Nezhin, deren Umgegend den Mittelpunkt der Samenzucht und des erwerbsmäßigen Anbaues dieser Sorte bildet.

Die Pflanze hat lange Ranken, die Früchte reifen spät. Die grüne Frucht ist von mittlerer Größe, länglich-eiförmig, scharf gefurcht und höckerig. Die Färbung ist dunkelgrün (selten hellgrün), die Streifen sind deutlich und beginnen im mittleren Teil der Frucht.

Diese Sorte wird ausschließlich im Freien gezogen und liefert äußerst wohlschmeckende Früchte, die nicht nur für den Genuß im frischen Zustande, sondern auch zum Einsalzen geeignet sind.

Die Nezhin-Salzgurken zeichnen sich durch treffliche Eigenschaften aus und sind nicht nur in USSR, sondern auch im Auslande anerkannt.

8. Die Krimer Gurke. Synonyme: Duwankoi- und Don-Gurke. Diese Sorte ist hauptsächlich auf der Krimer Halbinsel verbreitet. Ähnlich der Nezhin-Gurke zeichnet sie sich durch lange Ranken und Spätreife aus. Die grüne Frucht ist von mittlerer Größe, länglich eiförmig und mit scharf gefurchter, höckeriger Oberfläche. Die sich am Grunde verengernde Frucht ist von dunkelgrüner Farbe und zeigt deutliche, aus dem mittleren Teil ausgehende Streifen. Am Grunde der Frucht befindet sich immer ein brauner Fleck, was ein typisches Merkmal dieser Sorte ist.

Die Krimer Gurken werden im Freiland angebaut und liefern wohlschmeckende Früchte, die sich auch zum Einsalzen eignen. Ein großer Vorzug dieser Sorte ist ihre Widerstandsfähigkeit gegen Hitze und Dürre.

9. Kleinod des Marktes (Dragozennost Rynka) zeichnet sich, wie die beiden vorhergehenden Sorten, durch lange Ranken und spätreifende Früchte aus. Die zum Abnehmen reifen Früchte sind von mittlerer Größe, spindelförmig, leicht gefurcht und mit scharfen Höckern versehen. Die Färbung ist dunkelgrün, mit deutlichen, in der Mitte der Frucht beginnenden Streifen.

Die Gurken Kleinod des Marktes werden nur im Freiland angebaut und liefern wohlschmeckende Früchte, die sich sowohl für den Genuß im frischen Zustande wie auch zum Einsalzen eignen.

Ein Mangel dieser Sorte ist, daß die grüne Färbung der Frucht rasch in braun übergeht.

IV. Typus der Nerossim-Gurke (var. *izmir* Gab.).

Die Behaarung des Fruchtknotens ist weiß und dicht. Die zum Abnehmen reife Frucht zeigt eine unebene Oberfläche. Die samenreife Frucht ist weiß oder gelblich-weiß, ohne Netz, oder bloß mit feinen Ritzen bedeckt. Zu diesem Typus gehören die Sorten Nerossim und Pawlowsk.

10. Die Nerossim-Gurke. Synonyme: Immergrün, Selenka und Stolz des Marktes (Gordost Rynka). Nach literarischen Angaben verdankt diese Sorte ihren Ursprung einer Kreuzung zwischen der Borowsky-Gurke und den deutschen Sorten Schwanenhals oder Beste von Allen.

Die Pflanzen tragen Ranken von mittlerer Länge und gehören zu den mittelfrühen Sorten. Die grüne Frucht ist von mittlerer Größe, länglich eiförmig, mit schwach gefurchter und unebener Oberfläche. Ihre Färbung ist hellgrün, mit deutlichen und mit verschwommenen Streifen, die vom mittleren Teil der Frucht und von der Spitze ausgehen.

Die Nerossim-Gurke eignet sich für den Anbau in Kästen wie auch im Freiland. Die Frucht ist von ziemlich grobem Geschmack und zum Einsalzen wenig geeignet.

Ein großer Vorzug dieser Sorte ist ihre Anpassungsfähigkeit an feuchtes Wetter, Versendbarkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Pilzkrankheiten.

11. Die Pawlowsk-Gurke stammt aus der Gegend von Woronezh und ist im mittleren Wolga-Gebiet und in den vormaligen Kreisen Woronezh und Pensa verbreitet. Die Gurken von Samara, Saratow und Simbirsk stehen dieser Sorte sehr nahe.

Die Pflanze hat Ranken von mittlerer Länge und gehört zu den mittelfrühen Sorten. Die grüne Frucht ist von mittlerer Größe, elliptisch, mit gefurchter, unebener Oberfläche. Die Farbe ist hellgrün, mit deutlichen und mit verschwommenen Streifen, die von der Mitte der Frucht oder von ihrer Spitze ausgehen. Die Sorte wird im Freiland angebaut und liefert Früchte von mittlerem Wohlgeschmack, wenig geeignet zum Einsalzen. Die jungen Ansätze werden mariniert und stehen den speziellen Cornichon-Sorten nicht nach.

V. Typus der Kulenkamp-Gurke (var. *europaeus* Gab.).

Die Behaarung des Fruchtknotens ist weiß und selten. Die zum Abnehmen reife Frucht zeigt eine höckerige Oberfläche. Die Färbung der samenreifen Frucht ist gelblich weiß, ein Netz fehlt, oder es sind nur feine Risse vorhanden.

Zu diesem Typus gehören die Sorten Kulenkamp, Berlisov und Klin.

12. Die Kulenkamp-Gurke ist nach ihrem Urheber E. E. Kulenkamp benannt, der diese Sorte durch Kreuzung der Murom-Gurke, der Moskauer Treibhausgurke und der Weißen Holländischen gezüchtet hat.

Die Pflanzen tragen lange Ranken und sind spät reif. Die grüne Frucht ist von mittlerer Größe, spindelförmig, leicht gefurcht

und mit höckeriger Oberfläche. Die Farbe ist hellgrün mit deutlichen und mit verschwommenen Streifen, die in der Mitte der Frucht ihren Anfang nehmen.

Die Kulenkamp-Gurken werden hauptsächlich in Kästen gezogen und liefern wohlschmeckende Früchte, die meistens im frischen Zustande genossen werden.

13. Die Berlisov-Gurke ist durch die Kreuzung der Nerossim- und der Wilnaer Gurke entstanden. Die Pflanzen haben lange Ranken und sind spätreif. Die grünen Früchte sind von mittlerer Größe, länglich eiförmig, stark gefurcht und höckerig. Die Farbe ist hellgrün mit deutlichen und mit verschwommenen Streifen, die im mittleren Teil der Frucht ihren Anfang nehmen.

Die Sorte wird hauptsächlich in Kästen gezogen und liefert wohlschmeckende Früchte, die zum Einsalzen ganz ungeeignet sind.

14. Die Klin-Gurke ist im Kreise Klin des Moskauer Gebietes verbreitet und wird ausschließlich unter Glas, hauptsächlich in Treibhäusern gezogen. Die Sorte zeichnet sich durch Buntheit ihrer Merkmale aus, was durch natürliche Bastardierung der in den Treibhäusern gezogenen Sorten zu erklären ist. Kreuzungen zwischen den Gurken Halbholländische und Kulenkamp, Moskauer Treibgurke, Wjasnikow und Murom-Gurke haben stattgefunden. Außerdem werden in den Treibhäusern von Klin die Sorten Wunder Prescotts, Vierzig Tage, Hampel und Axel gezogen, was zweifelsohne einen gewissen Einfluß auf den Habitus der von uns besprochenen Gurke ausgeübt hat.

Die Pflanzen haben lange Ranken und sind spätreif. Die grünen Früchte sind von mittleren Dimensionen, länglich eiförmig, am Grunde mehr oder weniger stark ausgezogen, mit schwach gefurchter Oberfläche, die mit deutlichen Höckern versehen ist. Die Färbung ist hellgrün, beinahe grünlich weiß, mit verschwommenen Streifen, die in der Mitte der Frucht beginnen.

Dank ihrer relativen Schattentoleranz ergibt die Klin-Gurke gute Resultate beim Austreiben im Winter und Anfang des Frühlings. Der Wohlgeschmack der Frucht wie auch die Möglichkeit, sie zu einer Jahreszeit zu erhalten, wo es kein frisches Gemüse gibt, läßt sie besonders wertvoll erscheinen. Kein Wunder daher, daß sie ausschließlich im frischen Zustande genossen wird.

III. *Cucumis sphaerocarpus* — eine neue Gurkenart.

Unter den in den Vereinigten Staaten Amerikas verbreiteten Gurken gibt es eine Sortengruppe, deren am meisten typische Vertreter die Gurken „Lemon“ sind. Dieselben unterscheiden sich so scharf von den gewöhnlichen Gurkensorten (*Cucumis sativus*), daß wir sie als besondere kugelförmige Art (*C. sphaerocarpus*) aussondern.

Die Merkmale der kugelförmigen Gurke sind folgende: Die Pflanzen haben kurze Ranken und sind in den ersten Entwicklungsstadien halbstrauchförmig. Was den Zeitpunkt der Reife anbetrifft, sind es späte Formen. Die Blätter sind klein, leicht gelappt, mit gesägtem Rande, von hellgrüner Farbe, wobei die Spreiten meistens einen sehr schmalen weißen Saum zeigen, der nur an jungen Pflanzen deutlich sichtbar ist. Alle stempeltragenden Blüten sind ohne Ausnahme zweigeschlechtlich (zwitterig) und zeigen normal entwickelte Staubgefäße; Kelch und Krone sind immer sechstellig. Der Fruchtknoten ist halbunterständig, elliptisch, beinah kugelförmig, mit dichter schwarzer steifborstiger Behaarung, welche sich lange auf der Frucht erhält¹⁾.

Die grüne, zum Abnehmen reife Frucht ist klein (von 4,5 bis 6,0 cm Länge), kugelförmig, häufig leicht flachgedrückt und zeigt eine turbanartige Kappe, die mehr oder weniger scharf ausgeprägt ist. Die Oberfläche ist uneben und leicht gefurcht. Die Plazenten sind 4—6, vorherrschend im Vergleich zum Rindenteil des Fleisches, dank welchem Umstande die Früchte von sehr zartem Geschmack sind. Die Farbe ist grünlich-gelb bei voller Abwesenheit von einem Muster.

Die samenreife Frucht zeigt verschwommene bräunliche Streifen auf goldig-gelbem Grunde. Ein Netz fehlt.

Die Vorzüge der kugelförmigen Gurke sind: Wohlgeschmack, hohe Ertragsfähigkeit (manchmal über 100 Früchte von einer Pflanze), lange Tragbarkeit und die Fähigkeit ein heißes Klima zu ertragen, weshalb wir diese Sorte zu Zwecken der Pflanzenzüchtung empfehlen. Zu den Mängeln der obengenannten Sorte gehören ihre Spätreife, die kleinen Dimensionen der Frucht, wie auch die für den Abnehmer ungewöhnliche Form und Färbung der grünen Frucht.

¹⁾ Es kommen einzelne Formen der kugelförmigen Gurke vor, die weiße Behaarung zeigen.

Zum Schluß geben wir eine Tabelle, in welcher die Merkmale der gewöhnlichen und der kugelförmigen Gurke verglichen werden.

Merkmale	Kugelförmige Gurke (<i>C. Sphaerocarpus</i> Gabajew)	Gewöhnliche Gurke (<i>C. sativus</i>)
Charakter der Pflanze . .	Halbstrauchförmig	Kriechend
Ranken	Kurz	Von verschiedener Länge
Blätter	Klein	Von verschiedener Größe
Stempeltragende Blüten .	Zwitterig	Immer rein weiblich
Kelch und Krone . . .	6teilig	5teilig
Lage des Fruchtknotens .	Halbunterständig	Unterständig
Behaarung des Frucht- knotens	Dicht	Dicht und selten
Borsten	Stachelig und steif	Zart und zerbrechlich
Form der grünen, zum Ab- nehmen reifen Frucht .	Kugelförmig und zu- sammengedrückt	Mehr oder weniger läng- lich
Spitze der grünen Frucht	Mit Turban	Glatt
Färbung der grünen Frucht	Grünlich-weiß	Grün, und nur selten grün- lich-weiß
Anzahl der Plazenten . .	4—6	3—4
Geschmack	Zarter	Weniger zart
Färbung der samenreifen Frucht	Muster in Form von Streifen	Gleichmäßig gefärbt

Die Schwärzepilze des Getreides unter besonderer Berücksichtigung ihrer Pathogenität und des Vorkommens von Rassen innerhalb der Gattungen *Cladosporium* Link und *Alternaria* Nees.

Von

Hans Bockmann.

I. Einleitung.

Die Fußkrankheiten des Getreides erlangen seit einer Reihe von Jahren steigende wirtschaftliche Bedeutung. Die pflanzenpathologische Forschung sieht daher eine dringliche Aufgabe in der Klärung aller Fragen, die dieses Problem umschließt. Es ist jedoch oft schwierig, wirkliche Ursachen von bloßen Begleiterscheinungen zu trennen. So sind wir beispielsweise bei den an fußkrankem Getreide so häufig auftretenden Schwärzepilzen bislang nur unvollkommen unterrichtet, ob und inwieweit sie pathogene Eigenschaften besitzen. Herr Professor Blunck legte mir nahe, dieser Frage weiter nachzugehen. Wenn ich die in Angriff genommene Arbeit heute abschließen, spreche ich meinem hochverehrten Lehrer für die mir stets bereitwillig gewährte Unterstützung meinen aufrichtigen Dank aus. Ebenfalls danke ich Herrn Regierungsrat Dr. Pape sowie Herrn Dr. Moritz für die wertvollen Ratschläge, die sie mir zuteil werden ließen.

II. Name und Begriff der Schwärze.

Die Bezeichnung „*Schwärze*“ findet sich wohl zuerst bei Sorauer (1874, S. 344), (vgl. Lopriore, 1894, S. 975). Es empfiehlt sich, an diesem Namen festzuhalten. Die Ausdrücke „*Rauchbrand*“ und „*Rußtau*“, wie sie beispielsweise von Cohn (1876, S. 303), Kühn (1876, S. 734) und Haberlandt (1878, S. 747) gebraucht werden, sind weniger charakteristisch und glücklich, weil sie leicht zu Verwechslungen mit anderen Erscheinungen führen (s. a. Noack, in Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten 1928, Band II, S. 533/535).

Tabelle 1. Verzeichnis der Stämme.

A. *Cladosporium herbarum* Link.

Bezeichnung	Herkunft	Isoliert am
A, B, C, D, E, F	Weizen, Versuchsfeld ¹⁾	20. 9. 1930
G, H, I, K, L	Roggen, „	„
M, N, O, P	Spelz, „	„
Q	Weizen, Himbergen, Kreis Uelzen	15. 10. 1930
Baarn	?	?
X, Y, Z	Gerste, Versuchsfeld	20. 9. 1930
U, W	Luft, Bakteriolog. Inst. Kiel	10. 2. 1931
V	?	„
Clad. W (1, 2, 3, 4, 5, 6) .	Weizen, Versuchsfeld	5. 9. 1931
R (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) . . .	Roggen, „	20. 8. 1931
G (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) .	Gerste, „	„
H (1, 2, 3, 4)	Hafer, „	„

B. *Alternaria tenuis* Nees.

13	Weizen, Himbergen, Kreis Uelzen	28. 1. 1931
17	Hafer, Versuchsfeld	5. 9. 1931
H (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 14) .	Hafer, „	„

C. *Alternaria peglionii* Curzi.

A, B, C, D, E, F, G, H, I, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W	Weizen, Versuchsfeld	21. 9. 1930
1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Weizen, Rendswühren, Kreis Bordesholm	28. 1. 1931
11, 12, 14, 15	Weizen, Himbergen, Kreis Uelzen	„
16, 18	Hafer, Versuchsfeld	5. 9. 1931
19, 20, 21, 22, 23, 24, 25) .	Weizen, Fuchsrüde	28. 1. 1931
H (7, 12, 13, 15)	Hafer, Versuchsfeld	5. 9. 1931
R (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) .	Roggen, „	„
G (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) . .	Gerste, „	„
W (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10)	Weizen, „	„

D. *Alternaria circinans* (Beck. u. Curt.).

2	Weizen, Rendswühren, Kreis Bordesholm	28. 1. 1931
-------------	--	-------------

In der älteren Literatur ist der Begriff „Schwärze“ ziemlich weit gefaßt. Es fallen unter ihn Fleckenkrankheiten, Fäulen und Pilzüberzüge (Bolle 1924, S. 7). Appel und Westerdijk (1919, S. 180) umgrenzen den Begriff enger und verstehen unter „Schwärze“ nur noch eine bestimmte Gruppe von Pilzauflagerungen. Gleich-

¹⁾ In Kitzburg bei Kiel.

sinnig ist hier verfahren. Die *Schwärze* beruht auf dem makroskopisch schwarz, mikroskopisch olivgrün erscheinenden Myzel ektophytisch und endophytisch lebender Pilze. Sie kann an allen Organen der Wirtspflanze auftreten.

III. Material und Methode.

Die vorliegende Arbeit beschränkt sich auf die Behandlung der Getreideschwärze.

Die mikroskopische Kontrolle schwärzekrankter Pflanzen aus verschiedenen Gegenden Schleswig-Holsteins ergab, daß die olivgrünen Überzüge der befallenen Organe vorwiegend von Pilzen aus den Gattungen *Alternaria* Nees und *Cladosporium* Link hervorgerufen waren. Nur ihnen wurde daher in der Folge weiter nachgegangen.

Die Untersuchungen wurden mit Einsporenkulturen durchgeführt, die ich nach dem Kochschen Platten- und Gußverfahren isolierte (Janke und Zikes 1928, S. 159). In Tabelle 1 sind die so gewonnenen *Cladosporium*- und *Alternaria*-Stämme aufgeführt.

IV. Mykologie.

A. Die *Cladosporium*-Stämme.

Die Gattung *Cladosporium* Link steht in der Familie *Dema-tiaceae* und damit in der Ordnung der *Hyphomyceten*. Die *Cladosporiae* gehören zu den *Phaeodidymae* (Rabenhorst 1907, S. 799/800).

Die Art *C. herbarum* Link wird von Rabenhorst (1907, S. 801) wie folgt charakterisiert:

„Rasen dicht gedrängt stehend, meist zusammenfließend und einen sammetartigen, gelbgrünen, zuletzt schwarzgrünen, zusammenhängenden Überzug bildend. Konidienträger aufrecht oder aufsteigend, wenig verzweigt, septiert, braun oder olivengrün, 5—10 μ dick. Höhe sehr wechselnd bis etwa $\frac{1}{3}$ mm. Konidien endständig, durch Fortwachsen der Trägerspitze scheinbar seitständig und auf stumpfen Höckerchen aufsitzend, einzeln oder bisweilen zu Ketten sprossend (namentlich nach dem Abfallen), von mannigfachster Form, länglich, eiförmig und dann meist einzellig, oder zylindrisch, länglich, ellipsoidisch und dann mit 1—4 Scheidewänden, schmutzig braun oder olivengrün, an den Wänden etwas eingeschnürt, mit feinkörniger oder stacheliger Membran von sehr verschiedener Dicke und Länge.“

Ähnliche Kriterien wie *Cladosporium* Link besitzt die Gattung *Hormodendron* Bon. (Rabenhorst 1907, S. 699), deren Vertreter *H. cladosporioides* Sacc. vielfach als synonym mit *C. herbarum*

Link angesehen wird (Bennet 1928, S. 194). Über diesen Pilz heißt es bei Saccardo (1886, S. 310/311):

„Hyphis simplicibus v. apice parvissime ramulosis, 200 = 8, sursum angustioribus, olivaceis, septulatis, deorsum subdenticulatis; conidiis sublimoniformibus, $4\frac{1}{2}$ —6 = 3, continuis vel inferioribus rarius 2-septatis olivaceis.“

1. Morphologie.

Die nachstehenden morphologischen Befunde wurden an *Cladosporium*-Stämmen gewonnen, welche auf Agar (2%) + Maltyl (2%) + Liebig (1%) gezogen worden waren. Die Charakterisierung beschränkt sich auf einige typische Vertreter. Die Beschreibung ihrer morphologischen Eigenarten dient weniger dazu, die einzelnen Stämme für sich eindeutig zu charakterisieren, als vielmehr durch Gegenüberstellung ihrer Unterschiede dem Rassenproblem näher zu kommen, sowie die Kriterien der *Hormodendron*- und *Cladosporium*-Formen zur Klärung der Frage des Polymorphismus bei *C. herbarum* zum Ausdruck zu bringen.

a) Myzel.

Das Luftmyzel des Stammes „Clad“ ist 1,5—3,5 μ breit, mit Plasma gefüllt oder vakuolig, hyalin und mehrfach septiert. Das submerse Myzel ist 1,3—5,3 μ breit.

b) Konidienträger.

Die Konidienträger sind bei den *Cladosporium*-Formen und den *Hormodendron*-Formen weitgehend voneinander verschieden. Es fand bei jenen eine Farbstoffablagerung zunächst nur in den Konidien und ihren Trägern statt; bei diesen hingegen waren Myzel, Konidien und Konidienträger gleichmäßig gefärbt. Auch in der Breite ergaben sich Unterschiede. Die *Cladosporium*-Träger maßen im Durchschnitt 4,65 μ , die *Hormodendron*-Träger 3,46 μ . Weiterhin waren die Konidienträger der *Cladosporium*-Stämme „Clad“ und „G 8“ von denen der *Hormodendron*-Stämme „W 5“ und „R 4“ dadurch unterschieden, daß sie an den Ansatzstellen der Konidienketten charakteristische Verdickungen besaßen, die diesen nicht eigen waren.

c) Konidien.

Die Konidien von *Cladosporium* und *Hormodendron* werden stets in Ketten gebildet. Eine Spore sproßt aus der anderen hervor, so daß die endständige immer die jüngste ist. Die Ver-

zweigungen entstehen dadurch, daß aus einem Konidium mehrere hervorgehen.

Die Größenverhältnisse der Konidien einzelner *Cladosporium*- und *Hormodendron*-Stämme wurden durch Messungen von je 200 Sporen aus Kulturen der Pilze auf Weizenblätter ermittelt:

Stamm	Clad.	„G8“:	Länge der Sporen	$9,05 \pm 0,22726$	Breite	$4,83 \pm 0,070097$
„	„	„H4“:	„	„	„	$4,85 \pm 0,059947$
„	„	„W6“:	„	„	„	$4,63 \pm 0,07307$
„	„	„R2“:	„	„	„	$4,79 \pm 0,06293$
„	Horm.	„R7“:	„	„	„	$3,03 \pm 0,031286$
„	„	„H2“:	„	„	„	$3,14 \pm 0,04028$
„	„	„W5“:	„	„	„	$2,98 \pm 0,042989$
„	„	„G7“:	„	„	„	$3,10 \pm 0,045063$

Hiernach sind die *Cladosporien* und *Hormodendren* sowohl in der Länge als auch in der Breite voneinander verschieden. Bei Vergleich der Sporenmasse innerhalb der Formenkreise *Cladosporium* und *Hormodendron* (nach $D = M1 - M2 \pm \sqrt{m1 + m2}$, wobei „M“ die mittlere Länge bzw. Breite und „m“ den mittleren Fehler darstellt) waren nur die Längenunterschiede der Stämme *Hormodendron* „H2“ und „G7“ ($D = 1,12 \pm 0,30161$) und *Hormodendron* „W5“ und „G7“ ($D = 0,89 \pm 0,25691$) als gesichert anzusehen; wir werden später bei der Besprechung des Rassenproblems hierauf noch zurückkommen.

Die Konidien der Stämme „Clad“ und „G8“ besaßen eine rauhe, warzige Oberfläche, die *Hormodendron*-Stämme dagegen nicht. Jene waren überdies mehr nach grünlich-braun verfärbt, während diese mikroskopisch blaßgrün bis olivgrün erschienen. Die Form der Konidien war bei den Stämmen „G8“, „W5“ und „H2“ zitronenförmig bis eiförmig, zuweilen regelmäßig zylindrisch, bei dem Stamm „Clad“ vorwiegend zylindrisch.

Die Zahl der Konidien an den einzelnen Trägern war bei den *Cladosporium*-Formen meistens nicht sehr groß (bis zu 50). Bei den *Hormodendron*-Formen hingegen mag sie im Maximum schätzungsweise 200—300 betragen haben.

2. Physiologie.

a) Die Keimung.

Der Keimungsprozeß beginnt mit einer erheblichen Größenzunahme der Sporen. Für den Stamm „V“ betrug das Produkt Länge \times Breite von 10 Sporen vor der Keimung $29,81 \mu$, nach der

Keimung 57,53 μ im Mittel. Bei Zimmertemperatur treibt die Konidie nach 4—6 Stunden einen Keimschlauch, dem in kurzen Abständen weitere folgen. Zuweilen wird jedoch nur ein einziger gebildet, so besonders, wenn die Sporen einzellig sind.

Die jungen Hyphen sind zunächst plasmareich, besitzen keine Vakuolen und sind vollkommen hyalin. Nach dem zweiten Tage nehmen die zuerst gebildeten Zellen des jungen Myzels an Breite zu. Bei dem Stamm „G 8“ erreichten sie zu dieser Zeit einen Durchmesser von 6,6 μ . Die Volumenzunahme setzte sich allmählich über die nächst jüngeren Zellen nach der Spitze hin fort, ohne jedoch diese ganz zu erreichen. Am fünften Tage nach der Aussaat war das Myzel des Stammes „W 6“ bereits 8,3 μ dick geworden. Bei dem Stamm „Clad“ trat eine Zunahme des Durchmessers in diesem Maße nicht ein. Mit zunehmendem Alter findet dann allmählich eine Ablagerung olivgrüner Farbstoffe statt. Es treten im Myzel Vakuolen und Fettröpfchen auf. Anastomosensbildung konnte ich bei den *Cladosporium*-Stämmen nicht feststellen.

b) Das Wachstum unter verschiedenen Kulturbedingungen.

aa) Auf natürlichen Medien.

Als Nährsubstrat wurden in diesen Versuchen Blätter, Ähren und Körner von Weizen verwandt, die in einem Erlenmeyerkolben sterilisiert und dann beimpft wurden. Sie bildeten für die Stämme eine recht gute Nahrungsquelle. Im allgemeinen kamen die Pilze ungeheuer stark zur Fruktifikation; Luftmyzelbildung fand indessen nur bei wenigen Stämmen in stärkerem Maße statt („W“, „W 5“). In einigen Fällen unterblieb sie ganz („H 2“).

bb) Auf künstlichen Medien.

α) Unbekannter Zusammensetzung.

Als außerordentlich günstiges Medium erwies sich Agar (2%) + Maltyl (2%) + Liebig (1%). Nach den Wachstumserscheinungen auf diesem Nährsubstrat wurden sämtliche *Cladosporien* klassenmäßig geordnet. Dabei zeigte es sich, daß bei den von Freilandpflanzen isolierten Stammkulturen eine deutliche Grenze zwischen gelbgrün und graugrün gefärbten Kulturen vorhanden war. Graugrün: W 3, W 4, R 4, R 5, G 3, G 5, G 7, H 2, H 3. Gelbgrün: W 1, W 2, W 6, R 1, R 2, R 3, R 6, R 7, G 1, G 4, G 6, G 8, H 1, H 4, H 5, H 6. Jene waren in allen Fällen *Cladosporium*-Stämme, diese dagegen *Horodendron*-Formen. Es können aber geringfügige Umweltverände-

rungen schon das Wachstum beeinflussen. So sahen die Stämme „V“ und „D“ in zwei Kulturen gelbgrün, in der dritten aber rein grün aus. Der Stamm „H2“ war in zwei Wiederholungen ebenfalls gelbgrün, besaß aber in der dritten einen noch stärker ausgeprägten gelben Farbton. (Über den Einfluß der künstlichen Kultur vgl. auch Brooks und Hansford 1923, S. 119.)

Auch bei Vergleich dieser Schrägröhrchenkolonien mit den bereits erwähnten Stammkulturen fiel es auf, daß einzelne Stämme

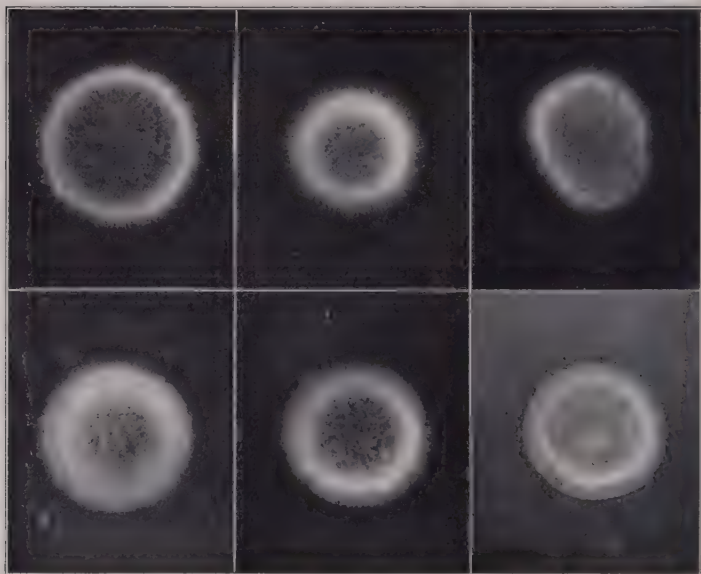


Abb. 1. *Cladosporium*stämme auf Agar + Maltyl + Liebig.
(Näheres im Text.)

schon im Laufe der zweiten Kultivierung einen anderen Farbton angenommen hatten. Die dort für die *Hormodendron*-Formen angegebene charakteristische graugrüne Farbe der Kolonie hatte sich hier in einigen Fällen dem Gelbgrün der *Cladosporium*-Formen angeglichen.

Für die Unterscheidung der einzelnen Stämme wurden hauptsächlich die Randausbildung und Luftmyzelbildung als Kriterien herangezogen. Die Ränder der Kulturen waren teils weiß gefärbt, teils stachen sie gegen die älteren Zonen nicht hervor. Dazwischen

waren zahlreiche Übergänge vorhanden. Nach Brooks und Hansford hängt die Stärke der Randbildung mit der Schnelligkeit der Farbstoffablagerung in den Pilzhypen zusammen (1923, S. 118). Die Luftmyzelausbildung variierte ebenfalls zwischen sehr stark und schwach. Es fanden sich alle Übergänge; vielfach jedoch trat eine Luftmyzelbildung überhaupt nicht ein („H2“). Diese Unterschiede kommen in der Abbildung 1 zum Ausdruck. Die Aufnahmen zeigen mehrere *Cladosporien* von Platten mit Agar + Maltyl + Liebig.

Die Wachstumsgeschwindigkeiten der einzelnen Stämme ließen sich an Hand der Zunahme der Koloniedurchmesser vergleichen. Die Ergebnisse bringt Tab. 2A. Die durchschnittlichen Zuwachsgrößen wurden als Mittelwerte aus Messungen errechnet, die sich über fünf Tage erstreckten. Sie lassen erkennen, daß bei den einzelnen Stämmen Unterschiede vorhanden sind.

Tabelle 2.

Durchschnittliche Zuwachsgrößen einiger *Cladosporium*-Stämme (in mm).

A. auf Agar 2% + Maltyl 2% + Liebig 1%;

B. auf Pflaumenagar.

Temperatur 25°—26° C.

	Wdh.	Clad. R 7	Clad. G 8	Horm. H 2	Horm. W 5
A.	1	1,93	1,65	3,8	1,5
		1,98	1,40	3,88	1,53
	2	2	1,63	4,03	1,6
		1,83	1,55	3,98	1,5
	3	1,65	1,78	3,7	—
		1,65	1,80	3,7	—
B.	1	2,55	3,49	4,23	2,63
		2,67	3,60	4,23	2,20
	2	2,07	3,20	4	2,05
		2,27	3,43	3,92	2,23
	3	2,88	3,67	4,10	2,03
		2,51	3,58	4,25	2,03
		2,49 mm pro Tag	3,50 mm pro Tag	4,12 mm pro Tag	2,20 mm pro Tag
		1,84 mm pro Tag	1,63 mm pro Tag	3,85 mm pro Tag	1,53 mm pro Tag

Als weiterer Nährboden wurde Pflaumenagar verwandt. Auch hier wuchsen die meisten Stämme sehr gut. Sie unterschieden sich wiederum in Luftmyzelbildung, Farbe, Randausbildung und Wachstumsgeschwindigkeit. Die in Tabelle 2B enthaltenen durchschnittlichen Zuwachsgrößen wurden aus Messungen errechnet, die sich über sieben Tage erstreckten. Sie zeigen, daß sich auch auf Pflaumenagar die Stämme unterschiedlich verhielten. Auf 5% Gelatine + 2% Maltyl wuchsen die Pilze ebenfalls sehr gut. Hier

waren ähnliche Unterschiede wahrzunehmen wie auf den vorher genannten Nährböden. Auch auf Weizenmehl + Agar (2⁰./10:2⁰./10) vermochten sie gut zu gedeihen. Dichtes Kolonienwachstum und gute Fruchtung deuteten auf einen hohen Gehalt des Mediums an ausnutzbaren Nährstoffen hin. Bei einer Temperatur von 18—20° C. zeichneten sich die Kolonien einzelner Stämme durch folgende Eigenschaften aus: *Horm.* „W5“: gute Luftmyzelbildung, graugrüne Farbe, schmaler weißer Rand. *Horm.* „H2“: keine Luftmyzelbildung, gelbgrüne Farbe, kein weißer Rand. *Clad.* „G8“: geringe Luftmyzelbildung, gelbgrüne Farbe, breiter weißer Rand. *Clad.* „Clad“: weißes Luftmyzel, Kolonien auffallend dünn gewachsen. Der mittlere Zuwachs der Kolonien Durchmesser, aus sechs Werten auf einen Tag umgerechnet, betrug für „W5“ 3,95 mm, für „H2“ 3,78 mm, für „G8“ 4,65 mm und für „Clad“ 3,30 mm. Das Wachstum auf einem 2⁰./10igen Agarnährboden unter Zusatz von 1 Ltr. einer Weizenstrohauskochung war nur sehr spärlich. Die Kolonien waren auffallend dünn gewachsen, hatten nur wenig Luftmyzel ausgebildet und nicht so stark gefruchtet wie sonst. Die Wachstumsgeschwindigkeit hatte jedoch gegenüber der auf nährstoffreichen Medien nicht wesentlich abgenommen. Sie sah für einzelne Stämme folgende Durchschnittswerte für einen Tag: „W5“ = 1,88 mm, „H2“ = 2,53 mm, „G8“ = 2,3 mm, und „Clad“ = 2,27 mm, (Temp. = 15—20° C.). Auf Kartoffelagar stellten die Pilze nach kurzer Zeit das Wachstum ein.

β) Auf künstlichen Medien bekannter Zusammensetzung.

Als Nährböden von bekannter Zusammensetzung kamen mineral-salzhaltige Medien zur Anwendung. Als Grundnährlösung wurde 2⁰./10 Rohrzucker, 0,5⁰./10 Knopsche Nährlösung und 2⁰./10 Agar in Aqua dest. verwandt, der die Mineralsalze KCl, K₂SO₄, KNO₃, NH₄Cl, (NH₄)₂SO₄ und NH₄NO₃ zu 0,5⁰./10 hinzugegeben wurden. Es konnte für die Stämme „Baarn“, „B“, „G“ und „Z“ allgemein festgestellt werden, daß mit der Zugabe eines N-haltigen Salzes die Ausbildung von Luft- und submersen Myzel zunahm. Der Stamm „Z“, der anscheinend kein Luftmyzel bilden konnte, zeigte eine entsprechend stärkere Fruchtung. Überhaupt war auch unter diesen Bedingungen der Wachstumshabitus der einzelnen Stämme weitgehend voneinander verschieden. So erschien der Stamm „B“ durch eine stärkere Luftmyzelbildung heller gefärbt als die übrigen Stämme, die im großen und ganzen olivgrün aussahen.

In einem Vergleichsversuch wurden anderen *Cladosporium*-Stämmen die Mineralsalze ohne die oben angegebene Grundnährlösung, jedoch unter Zusatz von 2% Agar verabfolgt. Als Versuchsstämme dienten „H 2, W 5, G 8“ und „Clad“. Bei allen, außer bei „Clad“, unterblieb die Luftmyzelausbildung vollständig, jedoch war sie auch hier nur gering. Im ganzen schien also der Nährboden ohne Zusatz organischer Substanzen für die Pilze nur wenig ausnützlich zu sein, und es ist ja auch für heterotrophe Organismen selbstverständlich, daß anorganische Salze allein für ihre Ernährung nicht ausreichen. Wenn andererseits überhaupt Wachstum stattfand, so darf man wohl annehmen, daß die *Cladosporien* zeitweilig mit wenig Nährstoffen auskommen. Es war nun interessant, die Wachstumsgeschwindigkeit der einzelnen Stämme auf mineralsalzhaltigem und reinem Agar zu vergleichen. In Tabelle 3 geschieht das durch die dort aufgezeichneten Kolonien-durchmesser. Danach hätten sich die Kaliumsalze in einigen Fällen wachstumsfördernd, die Ammoniumsalze wachstumshemmend ausgewirkt.

Tabelle 3.

Nährboden	Durchmesser der Kolonien in mm nach 11 Tagen			
	Stamm H 2	Stamm W 5	Stamm G 8	Stamm Clad.
Agar	30,5	31,6	24,2	24
KCl	41	34	28	31,5
KNO ₃	42,8	27,8	30	26
K ₂ SO ₄	41	31	27	18
NH ₄ Cl	31,5	27	25,5	26
NH ₄ NO ₃	29,5	25,5	25	25,3
(NH ₄) ₂ SO ₄	31	24	27,5	23,8

In einer Reihe von Plattenkulturen wurde das Wachstum der *Cladosporium*-Stämme auf Nährböden mit bestimmtem Gehalt an verschiedenen organischen und anorganischen Substanzen geprüft. Die Sporen wurden durch Abklopfen der Impfnadel über die Oberfläche des Substrates verteilt. Nach einigen Tagen wuchsen zahlreiche Kolonien heran. Je nach deren Zahl und Größe wurden die Kulturen nach 8 bis 10 Tagen in Gruppen geordnet:

1. Gruppe: Kolonienzahl gering, Kolonien klein;
2. „ : Kolonienzahl größer, Kolonien 1—2 mm im Durchmesser;
3. „ : Kolonienzahl steigend, Kolonien 3—4 mm im Durchmesser;

4. Gruppe: Kolonienzahl zahlreich, Kolonien 4—6 mm im Durchmesser;
 (in Tab. 4) 5. „ : Kolonienzahl sehr zahlreich, Kolonien 4—6 mm im Durchmesser.

Mit Hilfe dieser Bonitierung konnte die Eignung der einzelnen Stoffe für das Pilzwachstum geprüft werden. Die Ergebnisse sind aus Tabelle 4 und 5 ersichtlich. Sie besagen, daß Saccharose, Galaktose, Laevulose und Casein das Wachstum besonders begünstigen. Die übrigen Stoffe wirkten sich nicht in dem Maße aus. Bei Oxalsäure fand kein Wachstum statt.

Tabelle 4.

Nährstoffe	N	G	Baarn	V	X	Z	B	I
KNO ₃ (0,5 %)	1	1	1	1	1	—	1	1
+ Saccharose (2 %)	4	4	5	5	5	—	4	5
+ Galaktose (2 %)	4	4	5	3	3	—	4	4
+ Maltose (2 %)	5	5	5	5	5	—	5	5
+ Laevulose (2 %)	5	5	5	5	5	—	5	5
+ Laktose (2 %)	3	3	3	3	3	—	3	2
+ Kaliumtartrat (0,5 %)	2	1	2	3	3	—	3	1
+ K-Azetat (0,5 %)	3	2	3	3	3	—	3	3
+ K-Oxalat (0,5 %)	3	2	2	2	2	—	2	2
+ K-Butyrat (0,5 %)	2	3	2	3	2	—	3	3
+ Oxalsäure (0,5 %)	—	—	—	—	—	—	—	—
+ Äthylalkohol (0,6 %)	3	3	4	3	3	—	4	3
+ Glycerin (1 %)	3	3	2	3	1	—	2	3

Tabelle 5.

Nährstoffe	N	G	Baarn	V	X	Z	B	I
Traubenzucker (2 %)	1	1	1	1	1	1	1	1
+ Harnstoff (0,2 %)	2	2	2	2	3	2	2	1
+ KNO ₃ (0,5 %)	1	1	1	1	1	1	1	1
+ Asparagin (0,5 %)	2	3	3	2	3	3	3	3
+ Casein (0,2 %)	4	4	4	4	4	4	4	4
+ NH ₄ NO ₃ (0,5 %)	1	2	2	2	2	2	2	1
+ (NH ₄) ₂ SO ₄ (0,5 %)	3	3	3	3	2	2	2	2
+ Pepton (0,2 %)	3	3	3	3	3	3	1	2
+ Glykokoll (0,5 %)	2	3	2	2	2	2	1	1

cc) Auf Medien mit verschiedenem %-Gehalt an Nährstoffen.

Des weiteren wurde die Frage geprüft, wie sich die Pilze in ihrem Wachstum auf Nährböden mit steigender Konzentration von Zucker und Pepton verhielten. Einem 2%igen

Agarnährboden wurde Zucker in den Konzentrationen 1%, 0,5%, 0,1% und 0,05% und Pepton in den Konzentrationen 0,5%, 0,1%, 0,05% und 0,01% hinzugefügt. Zum Vergleich kamen die Stämme „R 7, H 2“ und „W 5“. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 6. Es sind dort die Mittelwerte aus je 6 Messungen des Durchmesserzuwachses nach 3 Tagen miteinander verglichen. Aus der Zusammenstellung ist ersichtlich, daß für Pepton das Wachstum bei Konzentrationen von 0,1% („R 7“ und „W 5“) bzw. 0,5% („H 2“) sein Maximum besitzt und bei höherem bzw. niedrigerem %-Gehalt abfällt. Für Zucker lag nur bei dem Stamm „R 7“ das Maximum innerhalb des Bereiches der zur Untersuchung gelangten Konzentrationen ($Z = 0,5\%$). Die Stämme „H 2“ und „W 5“ ließen keinen Kardinalpunkt erkennen. Wohl aber war deutlich festzustellen, daß auch bei ihnen das Wachstum mit sinkender Konzentration nachließ. Außerdem unterschieden sich die Pilzstämme in ihrer Wachstumsschnelligkeit voneinander.

Tabelle 6.

Temperatur: 18°—22° C.

Nährstoff und Konzentration %	Mittlerer Zuwachs des Kolonidurchmessers in mm		
	für Clad. R 7	für Horm. H 2	für Horm. W 5
Zucker	1,0	8,00	14,33
	0,5	8,25	13,67
	0,1	6,79	13,42
	0,05	5,50	11,58
Pepton	0,5	4,67	8,33
	0,1	6,08	9,50
	0,05	5,67	10,75
	0,01	5,17	6,08

dd) Bei verschiedenem p_H -Wert des Nährmediums.

Zahlenmäßige Unterlagen für das Wachstum der *Cladosporium*-Stämme bei verschiedenem p_H -Wert des Nährmediums wurden ebenfalls durch Messung der Zuwachsgeschwindigkeiten erlangt. Die Nährlösung befand sich in einem Reagenzglas von 15 mm Durchmesser. In 10 ccm der Lösung wurde jeweils eine einzige Spore ausgesät, die in Agar + Maltyl + Liebig ausgekeimt war und aus der Plattenkultur als Einzelspore isoliert wurde. Die Spore sank in der Flüssigkeit unter und entwickelte sich dort

nach einigen Tagen zu einer größeren Kolonie, die von unten nach oben in dem Reagenzglas emporwuchs. Nun konnten die Zuwachswerte in einer bestimmten Zeit gemessen und auf diese Weise die Stämme miteinander verglichen werden.

Die für die Untersuchung hergestellte Grundnährlösung enthielt in dest. Wasser 1 % Pepton und 5 % Traubenzucker. Als Puffersubstanzen wurden KH_2PO_4 und Na_2HPO_4 verwandt. Zu einem Liter der Grundnährlösung wurde 9,078 g KH_2PO_4 , zu dem anderen 11,876 g Na_2HPO_4 gegeben. Diese Standardlösungen I und II wurden nach folgendem Verhältnis miteinander gemischt (vgl. Michaelis 1926, S. 39/40). Auf 2 Liter Aqua dest.:

Lösung A:	6 ccm von I	} $p_{\text{H}} = 8.$
	94 ccm von II	
Lösung B:	28 ccm von I	} $p_{\text{H}} = 7,2.$
	72 ccm von II	
Lösung C:	76 ccm von I	} $p_{\text{H}} = 6,4.$
	24 ccm von II	
Lösung D:	95 ccm von I	} $p_{\text{H}} = 5,6.$
	5 ccm von II	

Die p_{H} -Intervalle wurden deswegen nicht größer gewählt, weil zur Herstellung von Lösungen mit höherem bzw. niedrigerem p_{H} -Wert eine andere Puffersubstanz hätte Verwendung finden müssen. Damit würde aber das Medium eine qualitativ andere Zusammensetzung erhalten haben, und es hätte einer Voruntersuchung bedurft, um festzustellen, ob zwei Nährlösungen bei gleichem p_{H} -Wert aber verschiedener qualitativer Zusammensetzung das Wachstum des Pilzes verschieden beeinflussen.

Die Ergebnisse der Zuwachsmessungen verschiedener *Cladosporium*-Stämme finden sich in der Tabelle 7). Es werden hier wiederum die Mittelwerte aus 2—10 Messungen miteinander verglichen.

Tabelle 7.

Temperatur 26° C.

A. mittlerer Zuwachs in mm vom 22. 12. 31—2. 1. 32;

B. „ „ „ „ „ 1. 2.—11. 2. 32 bzw. 11. 2.—22. 2. 32.

	Stamm	$p_{\text{H}} = 8,0$	$p_{\text{H}} = 7,2$	$p_{\text{H}} = 6,4$	$p_{\text{H}} = 5,6$
A.	Clad.	8,3	10,1	9,9	8,3
	Horm. H 2 . .	14,8	13,5	10,8	6,1
B.	Clad. R 7 . .	8,3	7,4	6,6	5,8
	Horm. H 2 . .	11,2	10,9	9,3	6,4
	Horm. W 5 . .	7,3	7,3	7,3	4,7

Aus der Tabelle geht hervor, daß bei den untersuchten p_H -Graden relativ gutes Wachstum möglich ist. Es war nur bei den meisten Messungen nicht zu entscheiden, ob das Maximum des Wachstums innerhalb der untersuchten Intervalle lag. Es kam mir aber auch weniger darauf an, für jeden Stamm absolute Werte zu gewinnen, als vielmehr das Wachstum der einzelnen Stämme bei den jeweiligen p_H -Graden miteinander zu vergleichen. In der Tat zeigten sich bei ihnen teilweise erhebliche Unterschiede in der Wachstumsgeschwindigkeit, die ja bereits bei der Züchtung der Pilze auf anderen Medien ebenfalls festgestellt wurden. Als Folgerung von absolutem Wert kann nur die als hinreichend belegt angesehen werden, daß das Wachstum bei $p_H = 5,6$ im Absinken begriffen ist, und daß das Optimum im alkalischen Bereich liegen dürfte.

(Fortsetzung folgt.)

Besprechungen aus der Literatur.

Adamović, I. Die pflanzengeographische Stellung und Gliederung Italiens. G. Fischer, Jena, 1933, 259 S. mit 31 pflanzengeographischen Karten. Preis broschiert 22.—, geb. 24.—.

Dem botanisch interessierten Reisenden, dem nicht genug eigenes pflanzengeographisches Wissen zur Verfügung steht und dem noch dazu mangelnde Beherrschung der italienischen Sprache die italienisch geschriebene Spezialliteratur unzugänglich macht, dem jedoch an einer sinnvollen Betrachtung der italienischen Landschaft liegt, wird nunmehr das richtige Buch in die Hand gegeben. Leider darf es sich nicht in Taschenbuchform darbieten, da einer solchen Aufmachung die innere Haltung des Buches widerspräche. Das Literaturverzeichnis umfaßt beispielsweise allein 30 Seiten. Die Darstellung indessen ist überaus lebendig und vermittelt ein reiches Bild von der Struktur Italiens, zumal überall kurze geologische und paläogeographische Hinweise gegeben werden.

Da der Verfasser die Küstengebiete der Adria auch in den dinarischen Gebieten auf der anderen Seite des Meeres gut kennt, ja von dort her eigentlich als Pflanzengeograph gekommen ist, hat er die Bedeutung erkannt, welche der Apennin für die pflanzengeographische Gliederung Italiens hat. Er kommt durch den größeren Abstand, den er ursprünglich hatte, in einen gewissen Gegensatz zu dem autochthonen Pflanzengeographen Fiori. „Das die italienische Halbinsel ihrer ganzen Länge nach in zwei Teile schneidende Apenninen-System schafft nämlich derart markante klimatische, edaphische und daher auch pflanzengeographische Verhältnisse, daß die dadurch entstehenden Kontraste zwischen der östlichen und westlichen Seite so erheblich und auffallend sind, daß sie durchaus nicht übersehen, geschweige denn unberücksichtigt bleiben dürfen. Und Fiori stellt gar manche seiner pflanzengeographischen Bezirke doch derart zusammen, daß deren eine

Hälfte diesseits und die andere jenseits der Apenninen zu liegen kommt und wo daher der eine Teil mit dem anderen nicht einmal klimatisch und edaphisch koinzidieren kann.“

Vom Standpunkte der Angewandten Botanik aus ist es interessant zu sehen, wie er sich gegen diejenige pflanzengeographische Methode wendet, die „das Auftreten mehrerer Leitpflanzen, nebst der Kultur des Ölbaumes, des Feigenbaumes und des Maulbeerbaumes als Charakteristik für Absteckung und Abgrenzung des Mediterrangebotes“ zum Maßstab nimmt: „Die Verbreitung des Ölbaumes wie überhaupt einer Kulturpflanze im allgemeinen kann uns durchaus nicht zufriedenstellende und verlässliche Daten bieten, da dies nicht lediglich von den natürlichen Einflüssen, wie vielmehr von dem Eingreifen des Menschen abhängig ist. Noch weniger anwendbar ist die Verbreitung der Kultur des Feigenbaumes und des Maulbeerbaumes, welche nicht immergrün sind und daher bedeutend rauhere Klimate vertragen können. Der Feigenbaum gedeiht selbst in Nord-Serbien noch, und der Maulbeerbaum bringt auch in Wien fast regelmäßig seine Früchte zur Reife.“

Eine Abbildung im Text und 31 pflanzengeographische Originalkarten sind dem Werk als Anhang beigegeben. Großenteils beziehen sie sich auf die Areale von Bäumen (Lärche, Fichte, Tanne, Eiche, Buche, Pignoliföhre, Lorbeerbaum, Mandelbaum usw.), so daß die Arbeit auch bei den Dendrologen gute Aufnahme finden dürfte.

F. Merckenschlager, Dahlem.

Esmarch, F. Die Blattrollkrankheit der Kartoffel. Monographien zum Pflanzenschutz, Nr. 8. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis 9,90 RM.

Die erste Beobachtung der Blattrollkrankheit fällt in das Ende des 18. Jahrhunderts, jedoch erst allmählich erhielt der Begriff Blattrollkrankheit fest umrissene Grenzen. Das wichtigste äußere Merkmal ist das Rollen der Blätter, ein Symptom, das verschiedene Ursachen haben kann. Dazu kommen noch andere äußere Symptome, wie Verfärbungen, Veränderungen der Blattdicke, Aufrichten der Blattstiele und Wachstumshemmung. Ein weiteres wichtiges Hilfsmittel zur Identifizierung der Blattrollkrankheit bieten die histologischen Befunde. Die echte Nekrose besonders im Phloëm dürfte ein konstantes und auch spezifisches Merkmal der Blattrollkrankheit sein. Ihre Ursache liegt in chemisch-physikalischen Störungen der Zelle, beruht auf Nekrohormonen und ist auf den Mangel an Eiweißstoffen zurückzuführen.

Über die physiologischen Vorgänge der Blattrollkrankheit sind die Meinungen geteilt. Aus der Fülle der Forschungsergebnisse dürfte folgendes als erwiesen gelten: Anhäufung von Stärke und Glukose, Hemmung der Assimilation sowie der Eiweißbildung, Steigerung der Atmung und Herabsetzung der Transpiration. Wie letzten Endes das Blattrollen zustande kommt, ist nicht völlig geklärt. Es dürfte sich um Vertrocknen, um Spannungsdifferenzen, anatomische Eigentümlichkeiten (typische Roller), Ausdehnung des Schwammparenchyms durch Stärkeschoppung u. a. m. handeln. Übertragung durch Knollen ist möglich, jedoch nicht durch Samen. Wohl können aber Sämlinge symptomlose Überträger der Krankheitskeime sein. Durch den Boden direkt kann die Krankheit nicht übertragen werden. Bei der Insektenübertragung spielen besonders die Blattläuse eine hervorragende Rolle. Die künstliche Übertragung gelingt durch Sproß-, Keim- und Knollen-

pfropfung. Hierbei erzielte negative Resultate dürften auf Sorteneigentümlichkeiten beruhen. Die Saftübertragung ist unter bestimmten, bisher nicht erforschten, Voraussetzungen positiv.

Von den Abbauerscheinungen ist die Blattrollkrankheit zu trennen, wobei natürlich auch beide zusammen auftreten können. Diese Trennung läßt sich mit Hilfe der anatomischen Untersuchung, durch die Insektenübertragung, durch Pfropfung und durch die Wiederkehr der Rollerscheinung beim Nachbau unter günstigen Außenbedingungen durchführen. Zweifellos ist die Blattrollkrankheit von Klima und Wetter abhängig, sie können z. B. die Disposition ändern, das Auftreten der übertragenden Insekten hemmen, und setzt man ein Virus voraus, auf den Krankheitsstoff selbst wirken. Die Beeinflussung der Krankheit durch Boden und Düngung ist ebenfalls nicht geklärt. Ist die Feldlage geschützt und die Standweite groß, so tritt Förderung der Krankheit (Insekten!) ein. Eine weitere Rolle spielen in diesem Sinne Sortenzugehörigkeit, Entwicklungsstadien der Pflanze, Aufbewahrung und Reife der Pflanzkartoffel sowie die Kultur des Bodens.

Zwei Theorien, die „Virus-theorie“ und die „physiologische Theorie“ stehen bei der Frage nach der Ursache der Blattrollkrankheit einander gegenüber. Verf. vermeidet eine bestimmte Stellungnahme, betont jedoch, daß der Mangel jeder physiologischen Theorie darin liegt, daß jeder Krankheit letzten Endes eine Störung des Stoffwechsels zugrunde liegt. Ferner spricht für die Virus-theorie die Insektenübertragung. Die physiologischen Störungen können als Reaktion auf den Angriff eines Virus gedeutet werden, damit ist gleichzeitig eine Brücke zwischen beiden Anschauungen geschlagen. Da das Sympton der Blattrollung ganz verschiedene Ursachen haben kann, wird man sich entschließen müssen, die Begriffe Blattrollung und Blattrollkrankheit streng zu scheiden. Mit einer Betrachtung der Bekämpfungsmöglichkeiten schließt die Arbeit ab.

Bärner, Berlin-Dahlem.

Goebel, K. Organographie der Pflanzen. 3. umgearbeitete Auflage, III. Teil: Samenpflanzen 1. Hälfte. Verlag von Gustav Fischer, Jena 1932, Preis brosch. 24.— RM.

Goebels Organographie der Pflanzen hat sich in der 3. Auflage zu einem umfangreichen Werk entwickelt. Nachdem im Jahre 1928 als erster Teil die „Allgemeine Organographie“ und 1930 als zweiter Teil die „Bryophyten/Pteridophyten“ erschienen waren, folgte 1932 der vorliegende dritte Teil „Samenpflanzen“ zunächst als erste Hälfte mit der Bemerkung, daß die zweite, welche auch das Inhaltsverzeichnis usw. mitenthält, Anfang 1933 vorliegen würde. Nach Mitteilung des Verlages wird auch durch das inzwischen erfolgte Ableben Goebels eine Verzögerung des Druckes nicht eintreten, da er das Manuskript des 2. Teiles fast vollständig hinterlassen hat¹⁾.

Um die große Vielseitigkeit dieses mit 443 Abbildungen im Text reich illustrierten Bandes anzudeuten, seien nur die Überschriften der einzelnen Abschnitte aufgeführt: 1. Samen und Embryo, 2. Die Wurzel, 3. Der Sproß (1. Kapitel Allgemeines über Blattbildung, 2. Kapitel Grundzüge der Blattentwicklung, 3. Kapitel Die Blätter der Gymnospermen, 4. Kapitel Die Blattbildung der Angiospermen, 5. Kapitel Verzweigung und Arbeitsteilung der Sprosse, 4. Die Blütenbildung der Gymnospermen

¹⁾ Soeben zum Preise von 14,— M. erschienen.

(1. Kapitel Die Blütengestaltung, 2. Kapitel Die Sporangien). Jeder Abschnitt ist in zahlreiche Paragraphen untergeteilt. Das Buch ist ein Standardwerk, das sich von selbst empfiehlt.

K. Snell

Hager-Tobler, Das Mikroskop und seine Anwendung. 14. umgearbeitete Auflage. Herausgegeben von F. Tobler in Gemeinschaft mit O. Appel, G. Brandes, E. K. Wolff. 478 Abb. XI u. 368 Seiten. Julius Springer, Berlin 1932. Geb. 16,50 RM.

Wenn ein Buch in 14. Auflage erscheint, so bedarf es keiner besonderen Empfehlung mehr, da sein Wert und seine Brauchbarkeit hinreichend erwiesen ist. Es kann sich dann lediglich um eine Prüfung handeln, ob dem ständigen Fortschritt der Wissenschaft durch entsprechende Änderungen und Ergänzungen Genüge geschehen ist und wieweit sonstige Verbesserungen vorgenommen worden sind. Gerade in letzterer Hinsicht unterscheidet sich die neue Auflage in manchem vorteilhaft von der alten. Durch Änderung der Stoffanordnung hat sie an Übersichtlichkeit und Geschlossenheit gewonnen. So hat die Mikroskopie mit auffallendem Licht und Beobachtung undurchsichtiger Objekte jetzt ihren Platz unter Bau und Einrichtung des Mikroskops erhalten. Anschließend werden Dunkelfeldbeleuchtung und Ultramikroskopie behandelt, die bisher unter den Nebenapparaten besprochen wurden. Einige sehr häufige und charakteristische, zufällig in Präparaten erscheinende Objekte, die bisher unter den mikroskopischen Objekten erschienen, werden in dem Abschnitt über den Gebrauch des Mikroskops gebracht. Die Zusammenstellung der Reagenzien ist jetzt nach den Stoffen erfolgt, deren Nachweis sie dienen. Neu aufgenommen sind unter die Farbstoffe Borax-Carmin und Eisenhämatoxylin. Als Verfälschung des Pfefferpulvers ist jetzt auch das Olivenkernmehl angeführt, während bei den Pilzvergiftungen der Hinweis auf solche durch *Lactaria torminosa*, *Russula emetica*, *Boletus spec.*, *Scleroderma vulgare* und *Cantharellus aurantiaceus*, weil praktisch von untergeordneter Bedeutung, fortgelassen ist. Daß auch eine ständige Verbesserung des Bildmaterials angestrebt wird, zeigt der Ersatz der bisherigen sehr schlechten Wiedergabe des Myzels von *Phytophthora infestans* in der Kartoffelknolle durch eine ausgezeichnete neue. Schließlich sei noch auf die Umarbeitung des Abschnitts über die Bakterien hingewiesen, der im allgemeinen Teil bei aller notwendigen Kürze das Wesentliche lesbar hervortreten läßt und im speziellen Teil durch die Gruppierung der Beispiele nach dem Vorkommen der Bakterien in Wasser, Milch, Luft, Boden und Mundhöhle übersichtlicher geworden ist. So wird das altbewährte Handbuch auch in seiner neuen Auflage jedem, der sich irgendwie mit Fragen der Mikroskopie zu befassen hat, ein willkommener zuverlässiger Führer sein.

Braun, Berlin-Dahlem.

Handbuch für das gesamte deutsche Schrifttum der Landwirtschaft, Forstwirtschaft, des Garten- und Weinbaues, des Kleingarten- und Siedlungswesens und der Tierheilkunde mit Einschluß der Grenzgebiete. Jahrgang 1932. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig. Preis 1,80 RM.

Ogleich im Jahre 1925 der Reichsbund akademisch gebildeter Landwirte und später der Verlag der „Deutschen Landwirtschaftlichen Rundschau“ eine von A. Brosch fortlaufend bearbeitete Bibliographie

in Gestalt einer Bibliothekskartei als „Literaturnachweis“ herausgegeben hat und man den Eindruck gewinnen könnte, daß damit allen Ansprüchen Rechnung getragen sei, bestehen doch noch auf dem Gebiete der landwirtschaftlichen Bibliographie große Lücken. Um hier Abhilfe zu schaffen, soll regelmäßig zu Anfang eines jeden Jahres ein von Privatdozent Dr. Arland, Leipzig, bearbeitetes bibliographisches Handbuch die im vergangenen Jahre im Buchhandel und außerhalb desselben erschienenen in sich abgeschlossenen Schriften nennen, welche die genannten Wissensgebiete angehen und in deutscher Sprache erschienen sind. Zur Aufnahme sollen auch die einschlägigen deutschsprachigen amtlichen Veröffentlichungen der Behörden, ferner Schul- und Hochschulschriften (Dissertationen, Habilitationsschriften usw.), Schriften der Industrie- und Handelsunternehmungen usw. gelangen. Die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften wie Statistik, Agrarwesen und Agrarpolitik, Forstpolitik, Bevölkerungswesen und Bevölkerungspolitik, Sozialpolitik, Versicherungswesen, Handels- und Ernährungspolitik, Genossenschafts- und Steuerwesen sowie Rechtskunde, Allgemeine Gesetzgebung und Verwaltung werden so weit erfaßt, als anzunehmen ist, daß die betreffenden Werke für die genannten Berufsgruppen von Interesse sind. Dasselbe gilt für die Naturwissenschaften. Die Gliederung der Titel geschieht nach Haupt- und Untergruppen, so daß man mühelos in der Lage ist, das auf kleinstem Wissensgebiete neu Erschienene herauszufinden.

Der Jahrgang 1932 umfaßt rund 100 Seiten und weist insgesamt rund 2950 Werke in 228 Gruppen nach. Auch das Manuskript für den Jahrgang 1931 ist bereits fertiggestellt. Ebenso sollen die künftigen Jahre in gleich ausführlicher Weise bearbeitet werden, wenn das Unternehmen aus den Kreisen der Interessenten genügend unterstützt wird.

Arland, Leipzig.

Heidenhain, M. Die Spaltungsgesetze der Blätter. Eine Untersuchung über Teilung und Synthese der Anlagen, Organisation und Formbildung sowie über die Theorie der korrelativen Systeme. Jena (Verlag G. Fischer) 1932. 424 S., 221 Abb. und 11 Tafeln im Text. 30,— RM.

Die vorliegende umfangreiche Arbeit stellt eine in sich zusammenhängende Untersuchung über die allgemeinen Grundlagen der theoretischen Morphologie dar und behandelt somit die Probleme eines Grenzgebietes, das der menschlichen Anatomie, der Zoologie und der Botanik gemeinsam ist. Verf. möchte daher, wie er in dem Vorwort sagt, dieses Buch nicht als eine botanische Arbeit angesehen wissen. Wenn auch das Buch infolge seiner allgemeineren theoretischen Einstellung und Bedeutung der „Angewandten Botanik“ ferner steht, so ergeben sich doch aus der ganzen Problemstellung mancherlei Berührungspunkte mit den verschiedenen Zweigen dieses Wissensgebietes sowie Erklärungen der hier immer wieder in die Erscheinung tretenden Formen und Formbildung. Und vielleicht wird mancher Genetiker oder Pflanzenzüchter die hier ausgeführten und verwendeten Methoden bei seinen Untersuchungen mit Erfolg benutzen können.

Der Inhalt der Ausführungen hält sich im Rahmen der Totalitätstheorie (Ganzheitslehre Drieschs), die Verf. in früheren Arbeiten aus der Struktur- und Formenlehre heraus von neuem als Theorie der Histosysteme entwickelte. Bei den vorliegenden Studien ging Verf. von den

bei Mensch und Tier gefundenen Gesetzen der Entwicklung und Formbildung aus und untersuchte, ob und inwieweit diese sich auch auf die Morphologie der Blätter übertragen lassen. Als wesentlichstes Resultat ergibt sich, daß die diesbezüglichen Erfahrungen bei Tier und Mensch in vollkommenster Weise mit den bei den Blättern gefundenen Ergebnissen übereinstimmen, daß sich auch bei den Blättern zahlenmäßig darstellbare Gesetze der Entwicklung und der Formen in weitester Ausdehnung nachweisen lassen. So bestätigt sich auch bei pflanzlichen Organen, daß die durch Zweiteilung fortpflanzbaren Systeme niederer und höherer Ordnung als natürliche Einheiten zu betrachten sind, welche gezählt und mit welchen gerechnet werden kann. Die primitiven Grundformen der Spaltungsgesetze kommen nicht nur bei Algen und Farnen, sondern auch bei den Blättern vieler Dikotylen in klarer Weise zur Anschauung. Das Quotientengesetz ist bei vielen weit verbreiteten Kräutern leicht feststellbar. Daß hinsichtlich der vom Verf. untersuchten und analysierten Objekte die Farne eine besondere Rolle spielen, ist bei der verhältnismäßig primitiven Struktur ihrer Wedel leicht verständlich. So ist u. a. ein eigenes Kapitel der Gattung *Adiantum* gewidmet.

Um den Reichtum der neuen Erfahrungen exakt zu erfassen, wurde vom Verf. eine Anzahl neuer Methoden ausgearbeitet und verwendet (Anagramm, Quotientenviereck). In einem Schlußkapitel schließlich wird der Grundriß einer dynamischen Theorie der Korrelationen gebracht, da es sich zeigte, daß die zahlenmäßig darstellbaren Verhältnisse des Aufbaues der Blattgestalt zugleich der unmittelbare Ausdruck jener Kräftesysteme sind, die der Formbildung besonders den Korrelationen der Entwicklung zugrunde liegen. Die allgemeinere Bedeutung dieses Kapitels liegt darin, daß diese Theorie gedacht ist als ein erster Anfang der Statik und Dynamik der lebendigen Formen.

H. Melchior (Berlin-Dahlem).

Laubert, R. Die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge der Zierpflanzen im Gewächshaus und im Freien (Kennzeichen, Ursachen, Bedeutung für die Praxis, Bekämpfung). Heft 12 der Gärtnerischen Lehrhefte, 2. neubearbeitete Auflage. P. Parey, Berlin 1932. Preis 3.50 RM.

Über die Krankheiten der Nutzpflanzen gibt es genügend wohlfeile Bücher, die auch für den Praktiker erschwinglich sind. Dagegen fehlt ein Buch, das den Gärtner und Gartenliebhaber über die wichtigsten Krankheiten und Schädlinge der Zierpflanzen unterrichten konnte. In dem vorliegenden Heft liegt ein solches Buch vor und die Tatsache, daß es bereits in 2. Auflage erschienen ist, zeigt, daß es dem Bedürfnis der Praxis entspricht.

In einem allgemeinen Teil führt Verfasser den Leser in das Wesen der Pflanzenkrankheiten ein und entwickelt die Grundzüge ihrer Bekämpfung. Der Hauptteil des Buches beschäftigt sich aber mit Krankheiten und Schädlingen einzelner Zierpflanzen, die alphabetisch aufgeführt sind. Ein weiterer Teil behandelt die Krankheiten und Schädlinge, die an zahlreichen Zierpflanzen vorkommen. Daß das Buch dem neuesten Stande der Wissenschaft entspricht, dafür bürgt der Name des Verfassers.

Snell.

Lowig, E. Die Sterilitätserscheinungen bei den höheren Pflanzen und ihre Bedeutung für den gärtnerischen Pflanzenbau und die Pflanzenzucht. Heft 3 von Wissenschaft und Technik des Gartenbaues. Verlag Neumann, Neudamm, 1931, 84 S. mit 27 Abb. Preis gebunden 3.50 RM.

Das Büchlein wendet sich in erster Linie an den Praktiker, der bei den gesteigerten Qualitätsansprüchen der Verbraucher bestrebt sein muß, höchstmögliche Ausgeglichenheit in Form, Farbe und Geschmack — ganz allgemein Qualität — verbunden mit lohnendem Ertrag seiner Erzeugnisse zu erzielen. Nach Erläuterung des Begriffes der Sterilität werden in je einem Abschnitt die Sterilität des Individuums, die Selbst- und Kreuzungssterilität näher besprochen. Durch die leicht faßliche Form, in der der Leser mit den verschiedenen Formen und Ursachen der Sterilität bekannt gemacht wird, wird das Büchlein in der Hand des Praktikers, insbesondere des Obstgärtners, seinen Zweck nicht verfehlen. Die ziemlich umfangreiche darin verarbeitete Literatur zeigt, daß das behandelte Thema z. T. noch Problem ist, so daß die Ausführungen auch Studierenden der Gartenbauwissenschaft sowie manchem Pflanzenarzt, dem Pflanzenzucht nicht Hauptfach ist, gute Dienste leisten werden.

K. Ludewig, Berlin-Dahlem.

Merkenschlager, F. und Klinkowski, M. Pflanzliche Konstitutionslehre. Dargestellt an Kulturpflanzen. Verlag P. Parey, Berlin 1933, Preis 7,50 RM.

Die Verfasser versuchen in großen Zügen ein Artbild der verschiedenen Kulturpflanzen zu zeichnen. Sie gehen dabei so vor, daß sie den morphologischen und physiologischen Aufbau der Art in Beziehung zu Boden und Klima der Urheimat betrachten. Sie unterscheiden die Pflanzenkonstitutionen humider Urlandschaften, zu denen sie Kartoffel, Serradella, Hafer und Buchweizen rechnen, von denen arider Urlandschaften mit Senf, Zuckerrübe, Weizen, Luzerne und Gerste. Als Übergangskonstitutionen gelten Lupine und Roggen. Diese Pflanzenkonstitutionen wurden schon von den alten Agronomen erkannt. Den vorliegenden Charakterschilderungen gibt aber der Entwicklungsgedanke einen tieferen Sinn. Der Anbau von Kulturpflanzen unter anderen als den ihrer Konstitution entsprechenden Bedingungen verursacht ein Nachlassen ihrer Ertragsfähigkeit und das Auftreten von Krankheiten. Bekannt ist der Abbau der Kartoffel in warmen, trockenen Gegenden und die Schwierigkeit des Weizenbaues in Gegenden, die sich besser zum Roggenbau eignen. Verf. sind daher auch der Ansicht, daß die Einschränkung des Roggenbaues und die Ausdehnung des Weizenbaues in Deutschland als Zeitlösung notwendig war, daß es aber gefährlich wäre, sie als Dauerlösung anzusehen. Das Buch ist lebendig geschrieben und mit zahlreichen Abbildungen ausgestattet. Es dürfte dem angewandten Botaniker, insbesondere dem Pflanzenbauer, dem Züchter und Pflanzenpathologen viel Anregung bieten. Snell.

Schroeder, H. Die Arbeitsleistung der grünen Pflanze. Landwirtschaftliche Hochschule Hohenheim. Reden und Abhandlungen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. Preis 1,40 RM.

Verfasser erörtert die Verwertung der von der Sonne auf die Pflanze fallenden Energiemengen und stellt fest, daß Nutzleistungen von 30

bis 60 % als sicher nachgewiesen gelten dürfen. Die Arbeitsleistung der Pflanze muß also im Vergleich mit der Leistung der von Menschenhand erstellten Maschinen als sehr gut bezeichnet werden. Die verhältnismäßig geringe Menge der Kohlensäure übt eine Bremswirkung aus. Die ungleiche Leistungsfähigkeit der Kulturpflanzen wird die Menschheit vielleicht einmal veranlassen, diejenigen zu bevorzugen, die die besten Leistungen aufweisen.

Snell.

Neue Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik.

Brouwer, Dr. Walter, Privatdozent a. d. Landwirtschaftlichen Hochschule, Berlin, Berlin W 57, Bülowstr. 42 II.

(Angem. durch Voss-Berlin-Dahlem.)

Flerow, B. C., Professor, Moskau 6, Worotnikowskij 4, 9, USSR.

Gabajew, S., Leningrad USSR., 7 Krassnoarmeiskaja 15 g 11.

(Angem. durch Snell-Berlin-Dahlem.)

Hahn, Dr.-Ing. Helmut, Direktor der Fahlberg, List A.G. (Chem. Fabrik, Magdeburg-Südost, Schließfach 23.

Lotzin, Johannes, Chemische Fabrik, Hamburg-Billbrook, Liebigstr. 45.

(Angem. durch Hahmann-Hamburg.)

Milatz, Dr. R., Institut f. Pflanzenbau, Leipzig O27, Holzhäuserstr. 111.

(Angem. durch Snell-Berlin-Dahlem.)

Schneider, Hubert, Zuckerfabrik, Klein-Wanzleben, Bezirk Magdeburg.

(Angem. durch Appel-Berlin-Dahlem.)

Tahsin, Alaettin, Biologische Reichsanstalt Berlin-Dahlem.

(Angem. durch Klinkowski-Berlin-Dahlem.)

Tullgreen, Dr. Albert, Professor, Statens Växtskyddsanstalt, Experimentalfältet (Schweden).

(Angem. durch Braun-Berlin-Dahlem.)

Adressenänderungen.

Becker, Dr. Rudolf, Gießen, Löberstr. 21.

Esdorn, Dr. Ilse, Hamburg 37, Rothenbaumchaussee 129.

Friesen, Braunschweig, Zimmerstr. 4.

Keilholz, Landw. Assessor, Stettin, Birkenallee 19.

Kesseler, Dr. Ernst v., Leverkusen a. Rh., I. G. Werk, Pflanzenschutzabteilung.

Die Schwärzepilze des Getreides unter besonderer Berücksichtigung ihrer Pathogenität und des Vorkommens von Rassen innerhalb der Gattungen *Cladosporium* Link und *Alternaria* Nees.

Von

Hans Bockmann.

Schluß.

ee) Bei verschiedenen Temperaturen.

Das Wachstum der *Cladosporium*-Stämme bei verschiedenen Temperaturen wurde durch Messung des Myzelzuwachses in der Zeiteinheit, meistens für einen Tag, festgestellt (Nährboden: Agar + Maltyl + Liebig). War der Myzelzuwachs für diese Zeit so

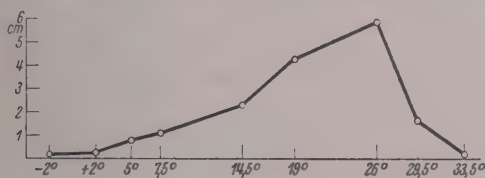


Abb. 2a. Horm. „H 2“.

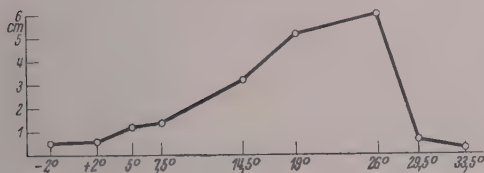


Abb. 2b. Horm. „W 5“.

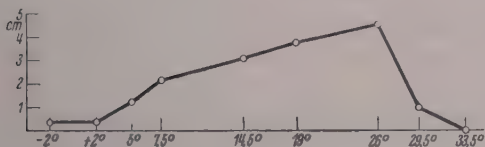


Abb. 2c. Clad. „R 7“.

gering, daß eine Messung schwierig war, so wurde er erst nach mehreren Tagen bestimmt und dann auf 1 Tag umgerechnet. Die Ergebnisse sind in den Abb. 2a, b, c graphisch dargestellt. Das Maximum findet sich danach bei 26°C , während bei -2°C und $+33^{\circ}\text{C}$ nur noch geringes Wachstum möglich ist.

Die einzelnen Stämme waren in ihren Temperaturansprüchen nicht, wohl aber in der Wachstumsschnelligkeit und in dem Habitus der Kolonien voneinander verschieden.

Bei dem gleichen Stamm hatten die verschiedenen Temperaturen oft Veränderungen hervorgerufen. So war bei „W5“ nur bis 20°C die Luftmyzelentwicklung stark. Unter dem Einfluß höherer Wärmegrade unterblieb sie ganz. Die Farbe war bei niedriger Temperatur weißlich-grün, bei 25°C dagegen dunkelbraun. Bei anderen Stämmen („H2, R7“) traten diese Veränderungen nicht so scharf hervor.

ff) Bei verschiedener Feuchtigkeit.

Das Wachstum der Kulturen unter verschiedenen Feuchtigkeitsbedingungen wurde in feuchtigkeitsgesättigten Räumen bzw. in Kammern verfolgt, denen durch Einlegen von Calciumchlorid die Luftfeuchtigkeit mehr oder minder stark entzogen war. Es zeigte sich, daß bei höherem Feuchtigkeitsgehalt die Luftmyzelentwicklung gefördert war. Auch die Farbe schien beeinflußt zu sein, indem bei trockener Atmosphäre der grüne Farbton der Kolonie mehr nach braun neigte.

c) Enzymleistungen.

Zur Prüfung des Eiweißabbaus wurden Gelatinenährböden mit den Stämmen „B, C, N, G, Baarn, Q, Z“ und „G8, Clad, R7, W6, W5“ und „H2“ beimpft. Nach 8 Tagen (Temp. $16-20^{\circ}\text{C}$) wurde die verflüssigte Zone des Nährbodens an mehreren Stellen ihrer Breite nach gemessen. Sie reichte bei *Cladosporium* „G8, R7 und W6“ bis zum Myzelrand, bei „Clad“ 0,5 mm, bei *Hormodendron* „H2“ 5,4 mm und bei *Hormodendron* „W5“ 4,2 mm über den Myzelrand hinaus. Die Fähigkeit, Eiweiß zu zersetzen, war also bei den *Hormodendron*-Formen erheblich größer als bei den *Cladosporien*.

Zur Prüfung des Stärkeabbaues wurden Nährböden von der Zusammensetzung 2% Agar + 0,5% Stärke + 0,2% HNO_3 , Spuren von K_2HPO_4 , MgSO_4 und Eisenchlorid (vgl. Janke und Zikes

1928, S. 104) mit den Stämmen „B, C, G, N, Baarn, Q“ und „Z“ beimpft. Nachdem die Pilze sechs Tage lang bei einer Temperatur von 16° — 20° C auf dem Nährboden gewachsen waren, wurde das Medium mit Kaliumjodid übergossen. In unmittelbarer Umgebung der Kolonien blieb die Jodreaktion aus, ein Zeichen, daß die Pilze dort die Stärke abgebaut hatten.

Die Pektinzersetzung wurde folgendermaßen nachgewiesen: In eine Möhrenauskochung, in der die *Cladosporium*-Stämme „B, C, G, N, Baarn, Q“ und „Z“ acht Tage lang gewachsen waren, wurden oberflächlich sterilisierte Leinstengel hineingebracht. Bei Abbruch des Versuches zeigte es sich, daß die einzelnen Fasern sich aus dem Verbande gelöst hatten (Methode vgl. Janke und Zikes 1928, S. 112 und 113).

Bei der Untersuchung auf Zellulose-Abbau konnte ich keine einwandfreien Resultate erzielen. Streifen von Filtrierpapier, welche in eine Nährlösung von der Zusammensetzung 100 ccm Aqua dest., 10 g NaNO_3 , 3 g K_2HPO_4 , 2 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1g NaCl , 0,02 g FeSO_4 (Janke und Zikes 1928 S. 111/112), in der *Cladosporium*-Stämme wuchsen, hineingebracht wurden, zeigten keine Veränderung.

3. Der Polymorphismus.

a) Geschichtliches.

Näher befaßt hat sich mit dem Polymorphismus bei *C. herbarum* zuerst Laurent (1888, S. 602). Dieser Autor zählt sieben verschiedene Entwicklungsformen des Pilzes auf.

Lopriore beschreibt ausführlich nur *Dematium pullulans* als besondere Form von *Cladosporium* (1894, S. 983—989). In einem Falle beobachtete er auch *Penicillium cladosporioides* mit diesem Pilz zusammen.

Der von Laurent und Lopriore angenommene Formenreichtum erklärt sich vielleicht zum Teil daraus, daß man damals noch nicht mit Einsporenkulturen, ja oft noch nicht einmal mit Reinkulturen arbeitete. Die Angaben über die Zusammengehörigkeit so vieler Sporenformen wurden denn auch allmählich, so insbesondere durch Schostakowitsch widerlegt. Wenn heute noch von Polymorphismus bei *Cladosporium* gesprochen wird, so ist damit nur das Auftreten einer *Hormodendron*- neben einer *Cladosporium*-Form gemeint.

C. herbarum und *H. cladosporioides* unterscheiden sich nach Janczewski (1894, S. 188/191) vor allem in der Größe der Konidien. Diese können bei *Cladosporium* 25 μ lang und 10 μ breit werden; bei *Hormodendron* sind sie 7—10 μ , zuweilen 30 μ lang lang und 3—5 μ breit. Außerdem können die Konidienträger von *Cladosporium* nach der Ausbildung des ersten Fruchtstandes ihr Wachstum fortsetzen und neue Konidiengruppen hervorbringen, die *Hormodendron*-Träger dagegen nicht. Einen Übergang beider Formen ineinander konnte der Verfasser nicht beobachten. Trotzdem hält er eine Beziehung für erwiesen, da sich an dem Myzel ausgekeimter Sklerotien sowohl *Cladosporium*- als auch *Hormodendron*-Fruchtstände fanden (a. a. O., S. 198).

Schostakowitsch (1895, S. 362—393) hebt folgende Unterschiede hervor: *Cladosporium* besitzt rauhe Konidienwände und durchwachsene Konidienträger, *Hormodendron* nicht. *Cladosporium* ist imstande, reife Konidien bei 0—2° C zu erzeugen. Diese können sofort wieder neue Früchte bilden. Die Grenze der Konzentration, bei der die Entstehung der Konidien noch möglich ist, liegt bei 25 % Rohrzucker und 18 % Kalisalpeter. Die Konidienträger sind nicht heliotropisch. Bei *Hormodendron* ist die Bildung der Konidien im allgemeinen an höhere Temperaturen gebunden. Die Fruchtung unterbleibt bei einem Gehalt des Nährmediums von 75 % Rohrzucker und 25 % Kalisalpeter an aufwärts. Die Konidienträger sind stark positiv heliotropisch (a. a. O., S. 372). Schostakowitsch kommt zu dem Schluß, daß eine Wechselbeziehung zwischen beiden Formen nicht besteht, sondern daß *Cladosporium* und *Hormodendron* zwei verschiedene, wenn auch nahe miteinander verwandte Arten darstellen.

Entgegen Schostakowitsch nehmen andere Autoren eine direkte Wechselbeziehung zwischen *Cladosporium* und *Hormodendron* an. Dabei hält Bancroft (1910, S. 368) Temperaturen von mehr als 60° F als für die Ausbildung von *Hormodendron*, solche von unter 60° F als für das Auftreten von *Cladosporium* ausschlaggebend. Brooks und Hansford (1923, S. 122) glauben, daß die Ausbildung der einen oder der anderen Form von Art und Menge der Sprossung des ersten Konidiums abhängt. Beide Formen gehen ineinander über. Spangler (1924, S. 352) erwähnt den gleichen Polymorphismus bei *C. fulvum* und meint, daß die einzelligen Sporen nahe der Spitze *Hormodendron*-, die zweizelligen, die nach dem Abfallen der einzelligen gebildet werden, *Cladosporium*-Formen dar-

stellen. Bei diesen kann es sich aber ebensogut um Stücke von Konidienträgern handeln. Letzthin hat Bennet (1928, S. 199 und 201) sich folgendermaßen geäußert: „Using the five strains of *C. herbarum* isolated, the *Hormodendron* form was produced from each by the methods of earlier investigators and in other ways. It was found that the profuseness of its production was correlated with abundant moisture and a suitable temperature.“

b) Diskussion an Hand eigener Untersuchungen.

In Auswertung meiner Befunde lassen sich für *Cladosporium herbarum* Link und *Hormodendron cladosporioides* Sacc. folgende Hauptkriterien zusammenfassen:

1. *C. herbarum*: Konidien eiförmig bis zitronenförmig, Farbe meistens gelbbraun, Oberfläche rau. Konidienträger oben verdickt. Konidien im einzelnen Fruchtstand im allgemeinen nicht sehr zahlreich.

2. *H. cladosporioides*: Konidien ähnlich gestaltet, Zitronenform aber vorherrschend. Farbe blaßgrün bis olivgrün, seltener dunkelbraun. Oberfläche glatt. Konidienträger oben unverdickt. Konidien im einzelnen Fruchtstand außerordentlich zahlreich.

Aus den auf S. 312 mitgeteilten variationsstatistischen Messungen ergeben sich weiterhin deutliche Größenunterschiede, derart, daß die *Cladosporium*-Konidien um 2—4 μ länger und um 1—2 μ breiter sind als die *Hormodendron*-Konidien.

Außer den morphologischen Eigentümlichkeiten zeigten beide Formen ausgeprägte Wachstumseigenarten auf verschiedenen Nährböden. Am auffälligsten war, daß die *Cladosporium*-Kolonien einen gelbgrünen Farbton besaßen, während die *Hormodendron*-Kolonien mehr nach graugrün gefärbt erschienen.

Bei meinen Versuchen über den Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit, verschiedener Säuregrade des Mediums und anderer Umweltfaktoren auf das Wachstum der Pilze war ein Übergehen der einen Form in die andere und umgekehrt in keinem Falle zu beobachten. Es ist daher sehr zweifelhaft, ob ein Polymorphismus im Sinne einer Wechselbeziehung der beiden Sporenformen überhaupt besteht. Ich nehme vielmehr an, daß eine Überführung von *Cladosporium* in *Hormodendron* oder umgekehrt mit künstlichen Mitteln nicht möglich ist. Der Polymorphismus scheint vielmehr nur insofern zu bestehen, als die einzelnen Pilzstämme sich morphologisch und physiologisch weitgehend von-

einander unterscheiden, und daß fälschlicherweise dieser Unterschied zwischen den verschiedenen Individuen von den Autoren so ausgelegt wurde, als ob ein Einzelindividuum imstande wäre, in Abhängigkeit von Umweltfaktoren sowohl die eine als auch die andere Sporenform zu bilden.

Allerdings konnte ich einmal beobachten, daß eine *Cladosporium*-Kolonie einen hormodendronartigen Sektor ausbildete, und ein anderes Mal, daß in einer Aussaat von Konidien der *Cladosporium*-Stämme „W 6“ und „H 4“ in Hängetropfen *Hormodendron*-Fruchtstände auftraten. Es kann sich aber hier ebensogut um vegetative Veränderungen handeln. Für eine direkte Wechselbeziehung zwischen *Cladosporium* und *Hormodendron* sprechen diese Beobachtungen nicht.

4. Das Rassenproblem.

a) Geschichtliches.

Das Rassenproblem bei *Cladosporium* wurde zum erstenmal von Brooks und Hansford gestreift. Diese Autoren meinen, „daß viele sogenannte Arten von *Cladosporium* in Wirklichkeit nicht spezifisch verschieden von *C. herbarum* sind, sondern nur geringfügig verschiedene Rassen des gleichen Pilzes“ darstellen (1923, S. 116, übersetzt vom Verf.). Auch Bennet (1928, S. 197) faßt die Unterschiede der einzelnen Stämme als Rasseneigentümlichkeiten auf.

b) Diskussion an Hand eigener Untersuchungen.

Stakman stellt (in seinen Leitsätzen zur Gastvorlesung über Phytopathologie, Halle, Wintersemester 1930/31, S. 2) die Kriterien zusammen, nach denen Rassen charakterisiert werden können. Es sind 1. Unterschiede in der Pathogenität auf verschiedenen Wirtspflanzen, 2. morphologische Unterschiede, 3. Unterschiede im Verhalten auf künstlichen Nährböden und 4. Unterschiede in physikochemischen Reaktionen. Gegen den Einwand, weswegen physiologische Rassen, die sich morphologisch unterscheiden lassen, nicht als selbständige Arten angesprochen werden, wird geltend gemacht, daß 1. auch bei ihnen die Unterschiede in erster Linie physiologischer Art sind, 2. daß es schwer ist, verschiedene Rassen morphologisch zu unterscheiden, ohne eine große Zahl von Sporen zu messen, und 3. daß bei manchen Rassen Gestalt und Größe

nicht stabil genug sind, um eine genaue Bestimmung auf diesem Wege zu ermöglichen (Stakman, a. a. O., S. 2).

Entsprechend diesen Richtlinien ist *Cladosporium* zunächst innerhalb der Formenkreise *Cladosporium* und *Hormodendron* auf das Vorkommen der Rassen zu prüfen. Außerdem muß die Frage erörtert werden, ob *Cladosporium* und *Hormodendron* für sich verschiedene Arten sind oder als verschiedene Rassen zur gleichen Spezies gehören.

Wie vorgreifend erwähnt sein mag, konnten Unterschiede in der Pathogenität der *Cladosporium*- und *Hormodendron*-Stämme im Rahmen der Infektionen am Getreide nicht festgestellt werden (s. S. 350ff.; vgl. auch Bennet 1928, S. 209).

Morphologische Unterschiede hingegen waren bei den einzelnen Stämmen zuweilen recht deutlich ausgeprägt. Längenunterschiede ergaben sich bei *Hormodendron* „H 2“ und „G 7“ ($D = 1,12 \pm 0,30161$) und *Hormodendron* „W 5“ und „G 7“ ($D = 0,89 \pm 0,25691$) (vgl. S. 312). Unter den *Cladosporium*-Formen besaß der Stamm „Clad.“ vorwiegend regelmäßig zylindrische Konidien, während bei dem Stamm „G 8“ zitronenförmige Konidien vorherrschten.

Die physiologischen Unterschiede bezogen sich vornehmlich auf den makroskopischen Charakter der Kolonie, auf die Luftmyzelbildung, Randausbildung und Farbe, weiterhin auf die Wachstumsgeschwindigkeit des Myzels und dessen Vermögen, Eiweiß abzubauen (vgl. Abschnitt über die Physiologie der Pilze).

Die Ergebnisse lassen sich bei dem Vergleich mit den Kriterien einer Rasse im Stakmanschen Sinne dahingehend auswerten, daß innerhalb der Formenkreise *Cladosporium* und *Hormodendron* physiologische Rassen bestehen, die zuweilen von geringfügigen morphologischen Unterschieden begleitet sind. Bedenkt man aber, daß beispielsweise der Wachstumsgeschwindigkeit nach die einzelnen Stämme nicht in größere Gruppen geordnet werden konnten, und daß sich andererseits zwei Stämme, die irgendeine Eigenschaft gemeinsam hatten, sich wieder in anderen voneinander unterschieden, so könnte man geneigt sein, ihre Unterschiede als rein individuell anzusprechen. Über diese Frage läßt sich nicht ohne weiteres eine Entscheidung fällen, da die Anzahl der untersuchten Stämme gegenüber ihrer Mannigfaltigkeit in der Natur ganz verschwindend klein ist. Würde man eine größere Menge von Individuen miteinander vergleichen, so würden

sich gewiß mehrere Stämme zu Gruppen zusammenfassen lassen, und eben diese könnte man als Rassen bezeichnen.

Bei dem Vergleich der *Cladosporium*- mit den *Hormodendron*-Formen läßt sich eher eine eindeutige Entscheidung fällen, denn die morphologischen und physiologischen Unterschiede sind tiefgreifender zwischen beiden Formenkreisen als innerhalb von ihnen. Sie reichen aber m. E. immer noch nicht aus, *Cladosporium* und *Hormodendron* als verschiedene Arten zu bezeichnen. Beide Formen dürften vielmehr morphologisch und physiologisch differente Rassen des gleichen Pilzes darstellen.

B. Die *Alternaria*-Stämme.

Die Gattung *Alternaria* Nees gehört zu den Dematiaceen und ist dort den Phaeodictae zugeordnet. Eine verbesserte Diagnose findet sich bei Bolle (1924, S. 54 u. 55).

Die Abgrenzung dieser Gattung gegen nahe verwandte Gruppen war in der Systematik lange Zeit umstritten und nicht eindeutig festgelegt (vgl. Bolle 1924, S. 74/75). Noch viel mehr gilt das für die hierher gehörigen Spezies. Elliot (1917, S. 444/448) umging diese Schwierigkeit, indem er alle bisher beschriebenen *Alternaria*-Spezies und ihre Synonyme in 6 Gruppen von bestimmtem Eigenschaftsbereich zusammenfaßte. Mit diesen Diagnosen aber ist für eine genaue Artbestimmung der von mir verwandten *Alternaria*-Stämme nicht viel gewonnen. Es galt vielmehr, sie durch Vergleich ihrer Eigenarten mit Diagnosen von *Alternaria* Arten, die ich bei anderen Autoren fand, zu identifizieren. Dabei zeigte es sich, daß die Stämme in folgende Arten eingereiht werden konnten:

a) *Alternaria tenuis* Nees (Rabenhorst, Kryptogamen I, Pilze 9, 1907, S. 262):

„Konidientragende Hyphen kurz, septiert oder verzweigt, braungrün. Konidien reihenförmig übereinander stehend, bald abfallend, mit 3—5 Scheidewänden und mauerförmig, an den Wänden eingeschnürt, olivengrün oder braunschwärzlich, an Größe und Form sehr verschieden, 30—36 μ lang, 14—15 μ dick.“

b) *Alternaria peglionii* Curzi (Curzi 1926, S. 133):

„Micelio repente initio hyalino dein olivaceo, hyphis aliis 4,5—7,5 μ crassis, rectis, approximatis et subparallelis, aliis subtilioribus (2—4 μ diam.) fasciculatis ac reticulatis constituto; micelio aereo copioso, hyalino, dilute roscolo, demum fumoso et caespitulis niveis prominentibus praedito. Conidiophores sparsis, erectis, fusciculis, deorsum saepe pallidioribus, sursum plerumque geniculatis, nonnunquam parce ac breviter ramulosi, 2,7—4 μ crassis. Conidiis in catenulis plerumque brevibus, irregularibus ac ramificatis: normalibus initio pyriformibus, adultis clavatis, sursum in rostro apice leniter inflato quandoque denticulato

attenuatis, muriformibus, 4—8 raro usque 12 transverse septatis, 4—7 sept. $25\text{--}55\ \mu = 9\text{--}14\ \mu$, 8—12 sept. $50\text{--}80\ \mu$ longis, olivaceo-brunneis; abnormalibus minoribus, polymorphis, septis 1—4 transversalibus, pauci longitudinalibus.

Hab. in pericarpio coryopsidum Triticum vulgaris in toto Italia.“

c) *Alternaria circinans* (Berk. u. Curt.) nov. comb. (Bolle 1924, S. 26):

„Vegetatives Myzel innerhalb der Pflanze farblos; Konidienträger von derselben Farbe wie die Konidien, durch die Stomata nach außen tretend, meistens zu zweien, oder allein, oder mit mehreren zugleich, $20\text{--}70 \times 6\text{--}8\ \mu$; mit 0—3 Querwänden . . ., meistens unverzweigt; zuweilen kann eine verzweigte konidientragende Hyphe nach außen treten . . . Konidien sehr vielgestaltig: kleine, schmale, dunkle . . ., meistens ohne Längswände, und größere, stärker an den Querwänden eingeschnürte Formen mit mehreren Längswänden . . . Konidien $29\text{--}108 \times 8\text{--}25\ \mu$, Querwände 3—11, meistens 5—8, Längswände 0—5, von denen dann mehrere in einem Segmente vorkommen können.“

1. Morphologie.

Die morphologischen Eigenarten einiger Stämme wurden an Hand von Kulturen auf 2% Agar + 2% Maltyl + 1% Liebig studiert.

a) Myzel.

Das Luftmyzel des Stammes „H 12“ war, abgesehen von den Konidienträgern, stets hyalin, septiert und von wechselnder Dicke ($1,9\text{--}10\ \mu$). Bei geringer Breite waren in ihm keine Vakuolen)

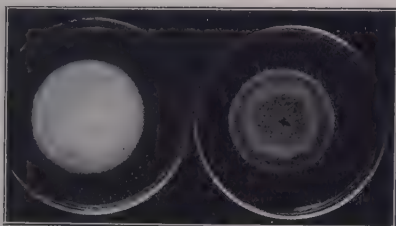


Abb. 3. *Alternaria* „H 15“ (*A. peglionii*) und „H 14“ (*A. tenuis*) auf Agar + Maltyl + Liebig.

sichtbar, jedoch traten diese mit zunehmender Dicke auf. Oft waren die Myzelstränge an den Querwänden tief eingeschnürt. Eine Verfärbung nach olivgrün war nicht zu beobachten. Makroskopisch trug die Kolonie demnach stets weiße bis gelbe Farbe; zuweilen nahm sie einen ausgeprägten rosa Farbton an.

Das submerse Myzel war im Gegensatz zum Luftmyzel gleichmäßig breit, aber ebenfalls hyalin, septiert, plasmareich bis vakuolig und in jüngeren Stadien ohne Farbstoffablagerung.

Die Myzelbildung bei den Stämmen „2“ und „H 2“ wies im Vergleich mit „H 12“ keine grundlegenden Unterschiede auf, außer daß der Stamm „H 2“ sowohl im Myzel als auch in Konidien und Konidienträgern einen olivgrünen Farbstoff abgelagerte, was der ganzen Kolonie ein tiefgrünes Aussehen verlieh. Dieser Unterschied zwischen *A. tenuis* und *A. peglionii* geht aus der Abb. 3 deutlich hervor. Die Aufnahme zeigt den Stamm „H 15“ (*Alternaria peglionii*) und den Stamm „H 14“ (*Alternaria tenuis*) auf Agar + Maltyl + Liebig.

b) Konidienträger.

Die Konidienträger sind kurz, septiert und olivgrün bis braun gefärbt. Sie unterscheiden sich morphologisch nicht wesentlich von dem Myzel, aus dem sie hervorgehen. Bei den Stämmen „H 12“, „H 2“ und „2“ waren keine grundlegenden Unterschiede festzustellen.

c) Konidien.

Die Konidien von *Alternaria* werden stets in Ketten gebildet, indem eine Spore aus der anderen hervorsproßt. Die Ketten können verzweigt und unverzweigt sein. Die Verzweigungen setzen entweder am Konidium direkt an, indem aus einer seiner Zellen ein Keimschlauch hervorwächst und eine junge Kette bildet, oder der „Isthmus“, das Verbindungsstück zweier Konidien, verzweigt sich und bildet somit zwei neue Gruppen von Fruchtverbänden.

Die Größe der Konidien innerhalb desselben Verbandes zeigt keine bestimmte Regelmäßigkeit. Wohl sind die jüngsten Glieder zumeist die kleinsten; es kommt jedoch oft vor, daß aus einem kleineren Konidium ein beträchtlich größeres hervorwächst. Das älteste Glied an der Kette ist gewöhnlich am größten.

Die Größenverhältnisse der Konidien bei den Stämmen „G 5“, „H 4“ und „2“ wurden durch variationsstatistische Messungen von je 200 Sporen charakterisiert:

Stamm „H 4“ (*Alternaria tenuis*):

Länge der Sporen	13—50 μ
Breite „ „	5—16 μ
mittlere Länge	28,37 $\mu \pm 0,51399$
„ Breite	10,34 $\mu \pm 0,14182$

Stamm „G 5“ (*Alternaria peglionii*):

Länge der Sporen	10—48 μ
Breite „ „	6—16 μ
mittlere Länge	24,69 $\mu \pm 0,47838$
„ Breite	11,08 $\mu \pm 0,14304$

Stamm „2“ (*Alternaria circinans*):

Länge der Sporen	19—103 μ
Breite „ „	8—21 μ
mittlere Länge	40,78 $\mu \pm 1,1187$
„ Breite	12,20 $\mu \pm 0,17116$

Durch Vergleich der übrigen, zur Untersuchung verwendeten Stämme mit diesen Standardkulturen konnten jene ihrer Art nach bestimmt werden.

Bei der Kultur des Stammes „H 12“ (*Alternaria peglionii*) auf Agar + Maltyl + Liebig werden hellbraune Konidien von unregelmäßigem Bau gebildet. Typische Krüppelformen sind häufig. Einige Konidien sind ausgesprochen birnenförmig gestaltet, indem die Zellen in der Nähe des Schnabels ziemlich schmal sind und die Frucht erst in ihrem oberen Teil plötzlich eine Verbreiterung erfährt. Der Isthmus ist nicht deutlich vom Konidium abgesetzt; oft ist er stark verlängert.

Abb. 4. Konidien von *A. peglionii*
(obere Reihe) und *A. tenuis*
(untere Reihe)



Die Konidien des Stammes „H 1“ (*Alternaria tenuis*) sind olivgrün bis braun gefärbt. Sie sind im Gegensatz zu denen des Stammes „H 12“ regelmäßig gebaut. Der Isthmus ist deutlich vom Konidienrumpf abgesetzt. Er ist sehr kurz, meistens nur einzellig, bisweilen zweizellig, nie aber wächst er zu einem langen Schnabel aus.

In Abb. 4 sind die bei *A. peglionii* auftretenden birnförmigen Konidien den regelmäßig gestalteten von *A. tenuis* gegenübergestellt.

Die Konidien des Stammes „2“¹⁾ sind langgestreckt und regelmäßig gebaut. Sie sind vielfach septiert und von olivgrüner bis brauner Farbe.

¹⁾ Der Stamm „2“ wurde vom Mykologischen Laboratorium in Berlin-Dahlem als *Alternaria circinans* (Berk. u. Curt.) (Bolle 1924) bestimmt. Herr Dr. Wollenweber teilte mir mit, daß diese Form bisher noch nicht vom Getreide isoliert wurde. Ihr Vorkommen auf diesen Pflanzen ist jedoch bei den Alternarien möglichen saprophytischen Lebensweise nicht weiter überraschend.

Herrn Dr. Wollenweber spreche ich auch an dieser Stelle für die Bestimmung einiger *Alternaria*-Stämme meinen verbindlichsten Dank aus.

2. Physiologie.

a) Die Keimung.

Die Konidien von *Alternaria* keimen bei optimaler Temperatur 6—8 Stunden nach der Aussaat. Mit dem Keimprozeß ist eine Aufquellung und starke Größenzunahme verbunden. An den Wandungen treten tiefe Einschnürungen auf. Die Konidien nehmen ein ähnliches Aussehen an wie bei dem später noch zu beschreibenden „sekundären Wachstum“ (S. 346).

Die Keimschläuche sind 2—4 μ breit, hyalin und septiert. Sie sind im jungen Stadium vollständig mit Plasma angefüllt, zeigen keine Vakuolenbildung, keine Farbstoffablagerung und kein Auftreten von Fetttropfchen. Mit dem Alter nehmen sie an Breite zu und erscheinen dann an den Querwänden mehr oder minder stark eingeschnürt. So war nach 2 Tagen in einer Kultur des Stammes „H 2“ im hängenden Tropfen bereits eine Myzelbreite von 5,5 μ zu beobachten. Unterschiede zu den Stämmen „H 12“ und „2“ waren in den ersten Stadien nicht festzustellen. Des öfteren kam es zu Anastomosenbildungen zwischen Keimhyphen verschiedener Konidien.

b) Das Wachstum unter verschiedenen Kulturbedingungen.

aa) Auf natürlichen Medien.

Zur Prüfung des Wachstums der *Alternaria*-Stämme auf Vegetabilien wurden Blätter, Ähren und Körner von Weizen verwandt. Es fand in allen Fällen gute Luftmyzelbildung statt. Während im Freilande auf organischen Substraten im allgemeinen nur Konidienbildung ausgeprägt ist, trat hier die Ausbildung von sterilem Luftmyzel in den Vordergrund. Wahrscheinlich ist dies auf die hohe Feuchtigkeit — es stand in jedem Fall flüssiges Wasser zur Verfügung, welches das Substrat durchfeuchtet hatte — zurückzuführen.

bb) Auf künstlichen Medien.

a) Unbekannter Zusammensetzung.

Als außerordentlich günstig erwies sich auch für die *Alternarien* der Agar—Maltyl—Liebig-Nährboden. *A. tenuis* bildete viel Luftmyzel aus. Durch den im Pilzkörper abgelagerten Farbstoff nahm die ganze Kolonie ein graugrünes Aussehen an. *A. peglionii* bildete ebenfalls stark Luftmyzel aus: in den Hyphen

lagerten sich aber keine olivgrünen Farbstoffe ab. Die Kolonien erschienen vielmehr weiß, gelb oder rosa gefärbt. Der Stamm „2“ entwickelte nicht sehr viel Luftmyzel. Die Kolonien waren grün gefärbt, besaßen jedoch einen deutlich ausgeprägten weißen Rand, der dadurch bedingt war, daß die Farbstoffablagerung erst einige Tage nach der Myzelbildung einsetzte.

Auffällig war, daß die Stämme *A. peglionii* verschieden fruchtungsfähig waren. Unter optimalen Temperaturbedingungen bildeten alle stark Luftmyzel aus, um aber zunächst vollständig steril zu bleiben. Erst nach Anwendung der Methode von Rands (1917, S. 316—317), die darin besteht, daß Myzel und Medium mit einer sterilen Nadel verletzt bzw. angeritzt werden, bildeten einige Stämme an den verletzten Stellen dichte Konidienrasen. Auch in der Kälte fruchtete der Stamm „H12“ sehr stark. Die Temperatur scheint demnach von ausschlaggebender Bedeutung zu sein.

Die Zuwachsgeschwindigkeit einzelner Stämme auf Agar + Maltyl + Liebig wurde über 6 Tage nach je 24 Stunden gemessen und auf 1 Tag umgerechnet. Der Tabelle 8A zufolge bestehen hierin nur geringfügige Unterschiede.

Auf Kartoffelagar (1 Liter Dekokt von Kartoffelknollen + 20 g Agar) konnten die Stämme wiederum nach der Ausbildung von grauem bzw. weißem Luftmyzel und nach der Form der Konidien in die drei bereits erwähnten Arten eingereiht werden.

Auch auf Pflaumenagar traten diese Unterschiede deutlich hervor. Die Wachstumsgeschwindigkeiten, hier über 4 Tage nach je 24 Stunden gemessen, finden sich in Tabelle 8B. Sie sind wiederum nur geringfügig voneinander verschieden.

Auf 2% Weizenmehl + 2% Agar und 5% Gelatine + 2% Maltyl kehrten die gleichen Eigenschaften wieder, nur waren sie auf dem letztgenannten Medium etwas deutlicher ausgeprägt.

Das Wachstum auf einer Auskochung von Weizenstroh + 2% Agar war nur sehr spärlich, ein Zeichen, daß nur wenig Nährstoffe vorhanden waren. Auch die Wachstumsgeschwindigkeit schien beeinflusst. In Tabelle 8C ist der Zuwachs von Kolonien durchmessern einzelner Stämme wiedergegeben. Ein Vergleich mit den Ergebnissen der Versuche Tabelle 8A u. B, welche Zuwachsgrößen von Kolonienradien enthalten, läßt eine wesentliche Herabsetzung der Wachstumsgeschwindigkeit erkennen.

Tabelle 8.

Mittlere Zuwachsgrößen der Radien einiger *Alternaria*-Kolonien.

A. auf Agar 2% + Maltyl 2% + Liebig 1%;

B. auf Pflaumenagar;

C. mittlere Zuwachsgrößen der Durchmesser einiger *Alternaria*-Kolonien auf Agar 2% + Weizenstroh-Dekokt.

	Stamm H1: <i>A. tenuis</i>	Stamm H2: <i>A. tenuis</i>	Stamm H12: <i>A. pegl.</i>	Stamm W6: <i>A. pegl.</i>
A.	5,08	4,67	4,57	5,20
	5,78	4,67	4,63	5,42
	5,10	4,77	5,03	5,37
	5,42	4,73	4,33	5,25
	5,32	4,38	4,95	5,08
	4,98	4,68	5,07	5,23
	4,72	4,77	4,98	5,23
	4,79	4,77	4,77	5,07
	4,85	4,65	—	5,22
	4,77	4,72	—	5,17
	4,92	—	—	5,33
	4,72	—	—	5,25
	5,04 mm pro Tag	4,66 mm pro Tag	4,79 mm pro Tag	5,24 mm pro Tag
B.	5,23	5,00	5,40	—
	5,25	5,10	5,04	—
	5,90	5,05	4,93	—
	5,33	5,28	5,10	—
	5,23	4,95	5,93	—
	5,38	5,15	6,45	—
	5,58	5,03	5,69	—
	5,35	4,90	5,60	—
	5,03	5,23	5,43	—
	4,80	5,84	5,43	—
	5,70	5,50	5,18	—
	5,03	5,15	5,48	—
	5,33 mm pro Tag	5,17 mm pro Tag	5,47 mm pro Tag	
C.	6,0	6,7	5,3	5,5
	6,4	6,7	4,3	6,1
	6,1	6,3	5,2	5,5
	5,1	6,1	5,4	6,0
	5,1	6,0	6,1	6,0
	5,3	6,1	5,0	5,8
	5,3	7,5	6,2	5,7
	5,3	7,3	6,0	5,5
	5,3	7,2	6,3	6,1
	—	—	—	6,2
	—	—	—	5,8
	—	—	—	5,7
	5,54 mm pro Tag	6,67 mm pro Tag	5,53 mm pro Tag	5,83 mm pro Tag

β) Auf künstlichen Medien bekannter Zusammensetzung.

Zunächst wurde der Einfluß gewisser Mineralsalze auf das Wachstum der *Alternarien* geprüft, indem zu 100 ccm einer 2%igen Agarlösung 0,5 g folgender Salze gegeben wurden: KCl, K_2SO_4 , KNO_3 , NH_4NO_3 , NH_4Cl , $(NH_4)_2SO_4$. Aus dem noch vorhandenen, wenn auch spärlichen Wachstum war ersichtlich, daß die Pilze schon mit wenig Nährstoffen auskommen. Auf Agar allein findet ebenfalls Wachstum statt; das Myzel breitet sich sogar mit beträchtlicher Geschwindigkeit über die Platte aus. Die Kolonien aber bleiben sehr dünn. Aus den Vergleichen des Kolonienmessers auf den verschiedenen Nährböden mit dem auf Agar läßt sich ersehen, daß durch die Ammoniumsalze das Wachstum eine Verminderung, durch Kalium dagegen eine Förderung erfahren hatte (Tabelle 9). Bei *Cladosporium* kam dieser Einfluß nicht so deutlich zum Ausdruck.

Tabelle 9.

Nährboden	Durchmesser der Kolonien in mm nach 11 Tagen			
	Stamm H 1	Stamm H 2	Stamm H 12	Stamm W 6
Agar	71,5	70	73	73
KCl	86,5	88	84,5	88
K_2SO_4	85,5	90	83,5	90
KNO_3	89	89	86	89
NH_4Cl	50,5	52	42	43
NH_4NO_3	60	56,4	46	55
$(NH_4)_2SO_4$	61	53	47	43,5

In einem weiteren Versuch wurden den Stämmen „13“, „H 2“, „R 9“ und „G 5“ organische und anorganische Substanzen in der gleichen Zusammenstellung geboten wie in dem entsprechenden Versuch bei den *Cladosporien* (Tabellen 4 u. 5). Zahlenmäßige Unterlagen für die Ausnutzung dieser Nährstoffe konnte ich nicht nach der dort angewandten Methode gewinnen, da die Impfungen nicht mit Konidien ausgeführt wurden. Es sind aus diesem Grunde auch nur allgemeine Folgerungen am Platze. Anorganische Salze, Glykokoll und Asparagin mit Glukose als Grundnährstoff erwiesen sich als einigermaßen günstig. Die Kaliumsalze der Essigsäure, Oxalsäure, Zitronensäure und Weinsäure mit KNO_3 reichten für die Entwicklung nicht aus. Auch auf Harnstoff und Glukose wuchsen die Stämme nur spärlich. Dagegen ließen Galaktose, Saccharose, Maltose, Laktose und Laevulose mit KNO_3 und Pepton

und Casein mit Glukose eine gute Luftmyzelentwicklung und teilweise auch gute Fruchtung zu.

cc) Auf Medien mit verschiedenem Prozentgehalt an Nährstoffen.

Das Wachstum der *Alternarien* bei verschiedener Konzentration der Nährstoffe wurde für Zucker 1%, 0,5%, 0,1% und 0,05% und für Pepton 0,5%, 0,1%, 0,05% und 0,01% bei einem Gehalt des Nährbodens an 2% Agar geprüft. Die Stämme *Alternaria* „H1“ und *Alternaria* „H12“ wurden auf diesen Nährböden ihrer Wachstumsgeschwindigkeit nach verglichen (Tabelle 10). Bei Pepton zeigte sich bei 0,1% für beide deutlich ein Maximum. Sowohl mit steigender wie mit sinkender Konzentration nahmen die Wachstumsgeschwindigkeiten von diesem Punkt aus ab. Für Zucker besaß der Stamm „H2“ bei der Konzentration 0,5% ein Maximum; dagegen erfuhr der Stamm „H12“ noch bis zu einer Konzentration von 1% eine Wachstumszunahme.

Tabelle 10.

Dauer des Versuches: 5.—8. 1. 32. Temperatur: 18°—24° C.

Nährstoff und Konzentration %		Mittlerer Zuwachs des Koloniedurchmessers in mm	
		für Stamm H1 (<i>A. tenuis</i>)	für Stamm H12 (<i>A. peglionii</i>)
Zucker	1	22,2	26,8
	0,5	22,7	25,7
	0,1	19,3	21,2
	0,05	18,8	18,3
Pepton	0,5	17,2	16
	0,1	20	19,2
	0,05	16	17,8
	0,01	16,5	16,8

dd) Bei verschiedenem P_H -Wert des Nährmediums.

Das Wachstum der *Alternaria*-Stämme bei unterschiedlichem P_H -Wert des Nährmediums wurde unter gleichen Bedingungen geprüft und mit der gleichen Methodik gemessen wie bei *C. herbarum*. Die Ergebnisse sind aus Tabelle 11 ersichtlich. Bei der Auswertung für die Stämme „H12“ und „H1“ zeigte es sich, daß zwischen $P_H = 6,4$ und 8 gutes Wachstum möglich ist. Bei $P_H = 5,6$ nimmt es bereits wieder ab. Für „H12“ und „H1“ gilt das gleiche. Da ich aber bei „H1“ für die Zuwachsgrößen für die P_H -Grade 7,2 und 6,4 nur über einen bzw. zwei Kontrollwerte verfüge, scheint es unangebracht, endgültige Folgerungen zu ziehen.

Tabelle 11.

Stamm	Mittlerer Zuwachs in mm nach 4 Tagen bei			
	$P_H = 8$	$P_H = 7,2$	$P_H = 6,4$	$P_H = 5,6$
H 1 (<i>A. tenuis</i>) . . .	14,36	13	12	7,85
H 12 (<i>A. peglionii</i>) . .	15	14,06	11,72	8,38

Abb. 5a.
Alternaria „H 12“
(*A. peglionii*).

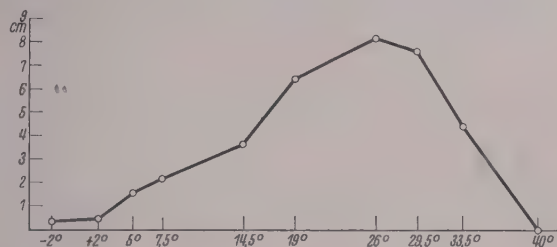


Abb. 5b.
Alternaria „W 6“
(*A. peglionii*).

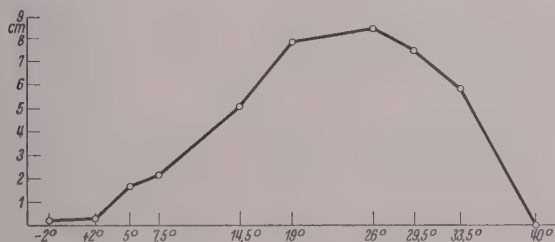


Abb. 5c.
Alternaria „H 1“
(*A. tenuis*).

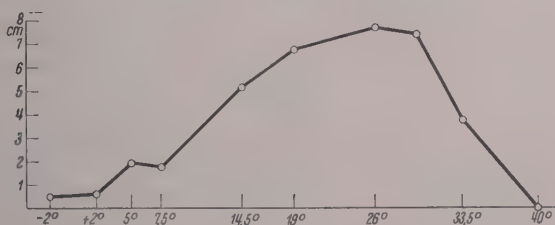
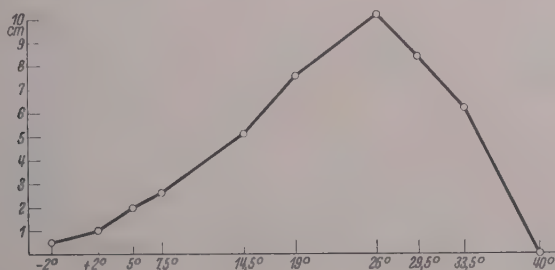


Abb. 5d.
Alternaria „2“
(*A. circinans*).



ee) Bei verschiedener Temperatur.

Bei der Prüfung des Wachstums der *Alternarien* bei verschiedenen Temperaturen wurde nach der gleichen Methode verfahren wie bei *C. herbarum*. Die Ergebnisse sind aus den Kurvenbildern (Abb. 5a—d) ersichtlich. Die Kardinalpunkte sind danach bei den einzelnen Stämmen nicht voneinander verschieden. Wohl aber unterscheiden sich ihre Wachstumsgeschwindigkeiten teilweise recht beträchtlich voneinander.

c) Enzymleistungen.

Der Eiweißabbau durch die *Alternaria*-Stämme wurde für „W6“, „H12“, „H1“ und „H2“ geprüft. Es wurde der gleiche Nährboden wie bei *C. herbarum* verwandt. Von den Versuchstämmen zeigte „W6“ die geringste Zersetzungsfähigkeit, bei den anderen war das Medium unter der Kolonie vollständig verflüssigt: die flüssige Zone aber reichte nicht über das Myzel hinaus. Weitgehende Unterschiede konnten bei den einzelnen Individuen nicht festgestellt werden.

Stärke und Pektin wurden von den untersuchten *Alternaria*-Stämmen ebenfalls abgebaut, während bei Zellulose keine einwandfreien Resultate erzielt werden konnten.

d) Das sekundäre Wachstum der Konidien.

Das von Elliot (1917, S. 465) beobachtete „sekundäre Wachstum“ der Konidien trat in meinen *Alternaria*-Kulturen ebenfalls auf. Bei *A. peglionii* war es besonders ausgeprägt (vgl. Abb. 6), bei *A. tenuis* dagegen nicht so häufig und typisch. Nach dem genannten Autor soll es sich bei dieser Erscheinung um aktives Wachstum handeln, was in der Bezeichnung „secondary growth“ wie auch in der Beobachtung von „multiplication in the numbers . . . of the cells“ zum Ausdruck kommt. Sie kann aber auch durch Quellung bedingt sein, zumal flüssiges Wasser



Abb. 6. Das „sekundäre Wachstum“ der *Alternaria*-Konidien.

vorhanden war und eine Zellteilung nicht beobachtet wurde. Auch bei der Keimung tritt ja Volumenzunahme ein. Ein aktives Wachstum ist recht unwahrscheinlich. Konidien, welche ihre Entwicklung bereits abgeschlossen haben, können wohl kaum nachträglich wieder aktives Wachstum gewinnen.

3. Das Rassenproblem bei *Alternaria*.

Die von mir zur Untersuchung verwandten Stämme gehörten zu *A. peglionii*, *A. tenuis* und *A. circinans*. Die Rassenfrage konnte nur für die beiden ersten Arten untersucht werden, da *A. circinans* allein durch den Stamm „2“ vertreten war.

Morphologische Unterschiede zwischen den zu vergleichenden Stämmen waren nicht ohne weiteres feststellbar. Die Konidien waren nach Form und Größe nahezu gleich. Nur die Luftmyzelbildung war zuweilen verschieden stark. Auch biologische Unterschiede waren vorhanden. Sie waren aber rein quantitativ. Es gab Stämme, welche stark virulent waren, und solche mit nur schwacher Infektionskraft (vgl. S. 378). Bei den physiologischen Studien zeigte es sich, daß die Wachstumsgeschwindigkeit oft ungleich groß war. Die Temperaturansprüche waren nicht wesentlich voneinander verschieden.

Im Vergleich zu den *Cladosporien* waren die Unterschiede zwischen den *Alternarien* nur wenig tiefgreifend. Dort kam ich zu dem Ergebnis, daß wohl Rassen vorhanden sind, bemerkte aber, daß man ihre Unterschiede ebensogut als individuell auffassen könnte. Diese Einschränkung ist m. E. für die *Alternarien* noch eher berechtigt, wenn auch wie bei *Cladosporium* erwähnt werden muß, daß bei der Untersuchung einer größeren Anzahl von Individuen der Nachweis von Rassen im Bereich der Möglichkeit liegt.

V. Phytopathologie.

A. Die Schwärzepilze im Freilande.

Die im Freilande auftretenden *Schwärzeüberzüge* sind nicht immer homogen. An ihrer Bildung sind oft die verschiedenartigsten Pilze beteiligt. Bei meinem Material fanden sich weitaus am häufigsten *Cladosporien* und *Alternarien*; daneben kamen, wenn auch nur in geringeren Mengen, *Macrosporium spec.*, *Helminthosporium spec.* und *Stemphyllium spec.* vor.

In den Jahresberichten des Sonderausschusses für Pflanzenschutz von 1893—1904, fortgeführt durch die „Berichte über Landwirtschaft“ in den Jahren 1905—1912 und durch die „Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft“ (1920ff.) sind die Meldungen über das Auftreten von *Schwärzepilzen* in den verschiedenen Gebieten des Deutschen Reiches laufend zusammengestellt.

Aus diesen Aufzeichnungen, wie auch aus den Angaben von Autoren, welche sich mit den *Schwärzepilzen* näher beschäftigt haben, ist ersichtlich, daß vor allem hohe Feuchtigkeit und längere Regenperioden die Entwicklung dieser Organismen begünstigen.

Die Temperatur spielt, wie es scheint, als Umweltfaktor eine untergeordnete Rolle. Wenigstens können die hier untersuchten Pilze innerhalb eines Temperaturbereichs von 2° — 35° C gedeihen (vgl. S. 329 u. 345). Diese Grenzen werden bei uns während der ganzen Vegetationsperiode wohl nur selten überschritten.

Nächst dem Klima bestimmen die Ernährungsbedingungen über das Auftreten der *Schwärzepilze*. Von ausschlaggebender Bedeutung ist hierbei der Zustand der Pflanzen vor dem Befall. Nach Franck (1896, S. 292/293) werden meistens solche befallen, die überreif oder notreif bzw. durch Frost, parasitische Pilze oder schädliche Insekten vorzeitig abgetötet waren.

Die Todesursache geschwärzter Pflanzengewebe ist nachträglich nicht immer eindeutig zu erkennen. Daher ist die *Schwärze* oft als Primärscheinung angesehen und für schädlich erklärt worden.

So vermutet Cohn (1876, S. 303), daß diese Erscheinung „in vielen Gegenden erheblichen Schaden“ macht, und auch v. Thümen glaubt, daß bei ihr „der parasitäre Charakter die Regel bildet und nur vereinzelt vielleicht das Übel saprophytisch in die Erscheinung tritt“ (1886, S. 607). Wenn auch später noch diese Auffassung in weiteren Kreisen Fuß gefaßt hat, so ist dafür wohl vornehmlich die Arbeit von Lopriore (1894, S. 969—1008) verantwortlich zu machen. Dieser Autor glaubte, bei *C. herbarum* pathogene Eigenschaften nachgewiesen zu haben. Dementsprechend beschreiben Gentner (1925, S. 6—9), Eriksson (1926, S. 174), Molz (1927, S. 704/705), Reckert (1927, S. 704—705) und Froberg (1927, S. 488) den Pilz als gefürchteten Schädling. Es finden sich jedoch auch Anschauungen, wonach dem Befall keine Bedeutung beizumessen ist (Kühn 1876, S. 734—736, Janczewski 1894, S. 197, Kirchner 1923, S. 29, Grintescu 1924, S. 66). Eine Mittelstellung nehmen Sorauer (1874, S. 344), Roeming (1920, S. 317), Bennet (1928, S. 209) und Hülsenberg (1928, S. 632—633) ein, welche die *Schwärzepilze* für Schwächeparasiten halten.

In meinen Freilandbeobachtungen habe ich *Schwärzepilze* immer nur auf Geweben auftreten sehen, die vorher aus anderen Ursachen abgestorben waren.

Am häufigsten beobachtete ich das Vorkommen der Pilze im Zusammenhang mit Fußkrankheiten. Fußkranke Pflanzen werden bald nach ihrem Tode besiedelt. Es bedecken sich dann vornehmlich die Ähren mit einem dichten *Schwärze*belag (s. Abb. 7). Um

die Frage zu prüfen, ob die *Schwärzepilze* auch an der Basis fußkranker Pflanzen vorkommen und somit in direktem Zusammenhang mit dieser Krankheit stehen können, legte ich geschwärzte Halmbasen in feuchte Kammern und kontrollierte nach einigen Tagen. An 20 untersuchten Halmteilen konnten nur 4 *Alternaria*- und 3 *Cladosporium*-Fruchtstände beobachtet werden. Diese waren überdies an den oberirdischen Teilen der Pflanze gewachsen. Auch Stevens gibt an, daß er *Alternaria* nur in ganz geringen Mengen fand (1922, S. 79); ein Vorkommen von *Cladosporium* erwähnt er überhaupt nicht. Nach diesen Beobachtungen ist eine Beteiligung der *Schwärzepilze* an Fußkrankheiten unwahrscheinlich, wenn auch eine endgültige Klärung einem Infektionsversuch vorbehalten bleiben muß (s. S. 352 u. 371).

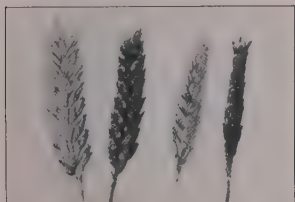


Abb. 7.
Geschwärzte Weizenähren.



Abb. 8. Partieller Schwärzefall von Weizen.

Eine eigentümliche Form des Auftretens von *Schwärze* gibt die Abb. 8 wieder. An den dort dargestellten Ähren waren einzelne Ährchen vollständig mit einem dichten schwarzen Überzug bedeckt, während andere sich befallfrei zeigten. Die ersteren waren tot, die letzteren lebend und noch grün. Ich nehme an, daß die toten Ährchen schon vor der Besiedelung durch die Pilze aus nichtparasitären Ursachen oder infolge Insektenfraßes abgestorben waren.

Schwärzefall von Geweben, die vorher durch parasitische Pilze abgetötet waren, konnte des öfteren beobachtet werden. Im Sommer 1931 wurden beispielsweise die Weizenbestände Schleswig-Holsteins von der Braunfleckigkeit (Erreger *Macrophoma hennebergii* Kühn) stark heimgesucht (Bockmann 1931, S. 79). Die durch diesen Pilz gebräunten Ähren nahmen später infolge nachträglicher Ansiedelung von *Schwärzepilzen* mißfarbenen Ton an.

Die Weiterverbreitung der *Schwärze* geschieht durch Konidien. Diese sind nach Abschluß ihres Wachstums sofort keimfähig. Von Wind, Wasser oder Lebewesen (Jungner 1904, S. 341) werden sie zum Ort der Neuinfektion getragen, wo sie bei zusagenden Bedingungen bereits nach 4—8 Stunden auskeimen. Das Myzel dringt in das Nährsubstrat ein und bringt nach einigen Tagen neue Fruchtstände hervor. Nun beginnt der Kreislauf von neuem.

B. Die *Schwärzepilze* im Infektionsversuch.

Die angeführten Beispiele über das Auftreten der *Schwärzepilze* im Freilande sprechen nur für reinen Saprophytismus. Schlüsse in bezug auf pathogene Eigenschaften lassen sie nicht zu. Die Entscheidung in dieser grundsätzlichen Frage kann nur durch den Infektionsversuch erbracht werden.

1. *Cladosporium*.

a) Infektion unterirdischer Pflanzenorgane.

Es wurde zunächst die Frage geprüft, ob *Cladosporium* unterirdische Teile der Getreidepflanzen (Wurzel und Coleoptile) anzugreifen vermag.

Die Infektionen kamen in Blumentöpfen in sterilisiertem Boden zur Ausführung. Als Infektionsmaterial dienten dampfsterilisierte Weizenkörner, die in Erlenmeyerkolben mit *Cladosporium*-Stämmen beimpft waren. Das gesunde Korn wurde 2—3 cm tief in den Boden gelegt. Das Infektionskorn lag ihm unmittelbar auf.

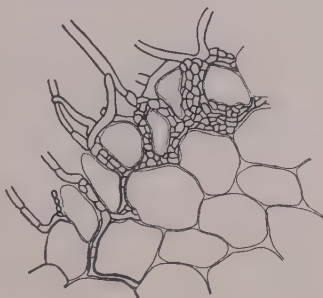
Zur Infektion wurden die Stämme „Y, P, U, M, L, G, Z, V, A, N, B, C, F, I, Baarn, D, Q, W, E, H“ und „X“ verwandt. Es wurde je ein Topf mit 7 Weizensämlingen (*Carsten V*) mit den genannten Stämmen beschickt, während ein weiterer Topf mit ebenfalls 7 Keimlingen als Kontrolle diente. Hier lagen unbeimpfte, sterilisierte Weizenkörner dem Saatkorn auf.

Der Versuch lief im Gewächshaus und dauerte 4 Wochen. Im ganzen waren 147 Keimlinge infiziert worden. Bei der Auswertung waren 41 Wurzeln geschwärzt und 41 Samen mit einem dichten *Cladosporium*-Überzug bedeckt. Unterschiede in der Infektionskraft der einzelnen Stämme waren nicht vorhanden.

Querschnitte durch die befallenen Wurzelregionen zeigten, daß der Pilz nur die äußeren Zellschichten des Gewebes befallen hatte, die ohnehin im Laufe der Weiterentwicklung regelmäßig abgestoßen

werden. Wie die Abb. 9 zeigt, wuchs das Myzel vornehmlich interzellulär. Die Coleoptile zeigten in den meisten Fällen keine pathologischen Veränderungen. Zwar wurden in einem Falle zwei kleine braune Flecken beobachtet. Sie erwiesen sich aber nicht als durch *C. herbarum* verursacht. Wenigstens konnte von ihnen der Pilz nicht zurückisoliert werden. Es ist anzunehmen, daß es sich, wenn nicht um Fremdinfection, so vielleicht um die Folgen einer beim Durchstoßen des Bodens zugezogenen Verletzung handelt, die ebenfalls eine Bräunung des Gewebes hervorrufen kann (vgl. Wundwirkung bei höheren Pflanzen, Küster 1925, S. 160). Oftmals hatten sich dicke Lagen von *Cladosporium* zwischen Coleoptile und Samen gebildet, ohne auch nur die geringste Veränderung des anliegenden Gewebes hervorzurufen.

Abb. 9. *Cladosporium* im Wurzelgewebe von Weizen.



Die Keimung der Körner war nicht beeinflußt worden. In dem noch vorhandenen Endosperm konnte kein Pilzmyzel nachgewiesen werden. Die infizierten Pflänzchen waren nicht hinter den Kontrollen zurückgeblieben.

Zur Nachprüfung dieses Ergebnisses wurde ein methodisch etwas abgeänderter Versuch durchgeführt. Oberflächlich sterilisierte Weizenkörner (mit Sublimat 1 : 1000 gewaschen und mit Aqua dest. nachgespült) wurden in einer Agarkultur von *C. herbarum* mehrfach umgedreht, so daß sie oberflächlich mit einer Schicht von Konidien bedeckt waren (vgl. Bennet 1928, S. 206 „contact inoculation“). Sie wurden sodann in Kulturzylinder ausgesät, die unten mit Zellstoff abgeschlossen und 2—3 cm hoch mit Sand beschickt waren. Die Körner lagen der Zellstoffschicht unmittelbar auf. Die Gefäße standen in Tottinghamlösung (Benecke u. Jost 1924, S. 137), welche zunächst den Zellstoff durchfeuchtete und von dort die Sandschicht durchtränkte.

Versuchsdaten:

Standort des Versuches: Gewächshaus.

Dauer: 9. 6.—22. 6. 1931.

Temperatur: Min. — Durchschnitt: 13° C.

Max. — „ : 27° C.

a) Zahl der mit <i>Cladosporium</i> „B“ infizierten Körner	Roggen	66
	Weizen	91
	Gerste	71
	Hafer	83
b) Zahl der mit <i>Cladosporium</i> „Baarn“ infizierten Körner.	Roggen	45
	Weizen	72
	Gerste	79
	Hafer	96
c) Zahl der uninfizierten Kontrollkörner	Roggen	68
	Weizen	74
	Gerste	60
	Hafer	83

Versuchsergebnisse:

Länge der Pflanzen: bei a) . . .	Roggen	5—13	cm
	Weizen	6—13	„
	Gerste	7—16	„
	Hafer	4—13	„
bei b) . . .	Roggen	6—15	„
	Weizen	7—14	„
	Gerste	9—16	„
	Hafer	5—14	„
bei c) . . .	Roggen	7—11	„
	Weizen	5—17	„
	Gerste	5—16	„
	Hafer	8—14	„

Auch hier hatte also eine Beeinträchtigung der Keimkraft und des Wachstums der jungen Getreidepflanzen nicht stattgefunden. Die Länge der Keimlinge war gegenüber derjenigen der Kontrollpflanzen durchschnittlich nicht oder doch nur unbedeutend (Roggen) zurückgeblieben. Wo sich ein Unterschied ergab, war die verfügbare Nährlösung vorzeitig verdunstet.

Nach diesen Befunden muß die Frage, ob *C. herbarum* an der Schwärzung der Halmbasis bei fußkranken Pflanzen beteiligt ist, endgültig verneint werden (vgl. auch S. 349).

b) Blattinfektionen.

aa) An Keimlingen, in feuchten Kammern gezogen.

Die für die Infektionen verwandten Getreidekeimlinge wurden direkt in feuchten Kammern herangezogen. Als solche dienten Reagenzgläser mit durchstoßenem Boden, die unten mit Zellstoff

und oben mit einem Wattebausch verschlossen waren. Die Gefäße wurden sterilisiert und mit je einem Getreidekorn beschickt, das vorher mit Sublimatlösung (1:1000) gewaschen und dann mit Aqua dest. sorgfältig abgespült war. Mit dem durch Zellstoff verschlossenen Ende wurden die Gläser in sterilisierte Tottinghamlösung gestellt, die sich entweder in einer Schale oder in einem Erlenmeyerkolben befand. Die Nährlösung durchtränkte den Zellstoff und erreichte das Saatkorn, das diesem unmittelbar auflag. Als Infektionsmaterial diente eine Konidienaufschwemmung in Wasser, mit der die jungen Pflanzen bespritzt wurden, bzw. Agar + Pilzmyzel, das auf die Coleoptile oder die Blätter gelegt wurde. Auch Konidienaufschwemmungen in Nährlösungen kamen zur Anwendung.

Die einzelnen Versuchsdaten lassen sich kurz, wie folgt, zusammenstellen:

1. Standort des Versuches: Gewächshaus.

Infektionsmaterial: Agar 2% + Maltyl (2%) + Liebig 1% + Pilzmyzel.

- a) Gerste (Heines Hanna). Je ein Coleoptil infiziert mit den Stämmen „V, Z, Baarn, Y, D, U“; ein Blatt infiziert mit Stamm „M“.

Dauer des Versuches: 27. 2.—3. 3. 1931.

Temperatur: Min. D = 9° C, Max. D = 16° C.

- b) Hafer (Mahndorfer Weißhafer). Je ein Coleoptil infiziert mit den Stämmen „V, N, L, Q, C“.

Dauer des Versuches: 27. 2.—4. 3. 1931.

Temperatur: Min. D = 9° C, Max. D = 16° C.

- c) Weizen (Carsten V). Je ein Coleoptil infiziert mit den Stämmen „O, V, Y, G, L, N“; eine Wurzel mit dem Stamm „Q“.

Dauer des Versuches: 27. 2.—7. 3. 1931.

Temperatur: Min. D = 8° C, Max. D = 19° C.

- d) Roggen (Petkuser). Je ein Coleoptil infiziert mit den Stämmen „Baarn, N, L, H, C, B, D“; je ein Blatt mit den Stämmen „U, A, J“.

Dauer des Versuches: 27. 2.—7. 3. 1931.

Temperatur: Min. D = 8° C, Max. D = 19° C.

2. Standort des Versuches: Gewächshaus.

Infektionsmaterial: Konidienaufschwemmung in Wasser.

Weizen. Je ein Blatt infiziert mit den Stämmen „E“ und „Baarn“.

Dauer des Versuches: 13. 4.—22. 4. 1931.

Temperatur: Min. D = 7° C, Max. D = 21° C.

3. Standort des Versuches: Gewächshaus.

Infektionsmaterial: Pilzmyzel + Agar 2% + Maltyl 2% + Liebig 1%.

- a) Weizen: 5 Blätter infiziert mit Stamm „Z“

5 „ „ „ „ „ „B“

8 „ „ „ „ „ „G“

5 „ „ „ „ „ „Baarn“

- b) Roggen: 7 Blätter infiziert mit Stamm „B“
 8 „ „ „ „ „ „G“
 4 „ „ „ „ „ „Baarn“
- c) Gerste: 12 „ „ „ „ „ „B“
 13 „ „ „ „ „ „Baarn“
- d) Hafer: 1 Coleoptile „ „ „ „ „ „B“
 2 Blätter „ „ „ „ „ „Baarn“
- e) Kontrolle: Von jeder Getreideart wurden 3 Pflanzen mit
 Agar + Maltyl + Liebig, ohne Pilzmyzel beimpft.

Das Ergebnis aller dieser Versuche war negativ. In einigen Fällen waren Appressorien gebildet worden. Geringe lokale Bräunungen waren vorhanden, aber immer nur dort, wo vor der Beimpfung die Epidermis versehentlich verletzt worden war. In Abhängigkeit von dem Hyphenverlauf traten sie nicht auf.

Nach diesen Versuchen wurde wiederum eine etwas andere Richtung in der Methodik eingeschlagen. Als feuchte Kammern dienten jetzt ca. 7 cm weite Kulturzylinder, die unten mit Zellstoff, oben mit einem Wattebausch verschlossen waren und mit 15—20 Körnern beschickt werden konnten. Die Gefäße standen in sterilisierter Tottinghamlösung, die auch hier von dem Zellstoff aufgesogen und den Körnern zugeführt wurde. Zur Infektion wurden Konidien, in Wasser bezw. in Nährlösung aufgeschwemmt, auf die Oberfläche geimpft.

Die Versuchsdaten sind nachstehend zusammengestellt:

1. Standort des Versuches: Gewächshaus.

Infektionsmaterial: Konidien in Wasser.

- a) Roggen: 33 Blätter infiziert mit Stamm „Baarn“
 28 „ „ zur Kontrolle mit Wasser ohne
 Konidien beimpft
- b) Weizen: 31 „ „ infiziert mit Stamm „Baarn“
 19 „ „ zur Kontrolle mit Wasser ohne
 Konidien beimpft

Dauer des Versuches: 22. 4.—29. 4. 1931.

Temperatur: Min. D = 9° C. Max. D = 22° C.

2. Standort des Versuches: Gewächshaus.

Infektionsmaterial: Konidien in Wasser bzw. Zuckerwasser.

- a) Roggen: 13 Blätter infiziert mit Konidien des
 Stammes „E“ in Wasser
 14 „ „ infiziert mit Konidien des
 Stammes „E“ in Zuckerwasser

Dauer des Versuches: 14. 4.—22. 4. 1931.

Temperatur: Min. D = 7° C, Max. D = 23° C.

- b) Gerste: 12 Blätter infiziert mit Konidien des
Stammes „G“ in Wasser
12 „ infiziert mit Konidien des
Stammes „G“ in Zuckerwasser

Dauer des Versuches: 15. 3.—17. 3. 1931.

Temperatur: Min. D = 9° C, Max. D = 19° C.

- c) Weizen: 22 Blätter infiziert mit Konidien des
Stammes „O“ in Wasser
16 „ infiziert mit Konidien des
Stammes „O“ in Zuckerwasser

Dauer des Versuches: 9. 3.—17. 3. 1931.

Temperatur: Min. D = 7° C. Max. D = 17° C.

Alle Infektionen verliefen ergebnislos.

In den weiteren Versuchen fand eine Vorbehandlung des Gewebes mit einem narkotisierenden Mittel statt. Nach der gleichen Methode wie in den soeben mitgeteilten Versuchen gezogene Keimlinge wurden teils 10 Sekunden in 60 % Alkohol getaucht und anschließend mit Aqua dest. abgespült, teils 5 Minuten lang der Einwirkung von Ätherdämpfen ausgesetzt. Zum Vergleich wurden Pflanzen beimpft, deren Blätter lediglich zwischen den Fingern gerieben waren, wodurch den Konidienausschwemmungen eine Benetzung der Blattoberfläche erleichtert wurde. Die Kontrollpflanzen beimpfte ich nach gleicher Vorbehandlung mit Aqua dest. Infiziert wurde mit Konidien von *Cladosporium* „A, F, M, G, C, O, L, Q, P, X, N, I, E, V, K“ in Wasser. Der Versuch lief im Gewächshaus vom 4. 7. bis 8. 7. 31 bei einem Nachdurchschnitt von 16° C und einem Tagesdurchschnitt von 28° C. Für jede Infektion wurde ein Kulturzylinder mit etwa 15 Keimlingen verwandt. Weder die mit Alkohol und Äther narkotisierten Pflanzen, noch die unbehandelten Keimlinge zeigten gegenüber den Kontrollen irgendwelche Veränderung. Auch die Narkotika hatten anscheinend nicht nachteilig gewirkt. Deswegen konnten die Pflanzen als Objekte für eine nochmalige Infektion verwandt werden. Die Keimlinge wurden abgeschnitten, in mit feuchtem Filtrierpapier ausgelegte Petrischalen gebracht und alsdann mit einer Sporenaufschwemmung in Wasser beimpft. Die Versuchspflanzen wurden auf je 9 Petrischalen verteilt. Insgesamt konnten 45 mit Äther narkotisierte Blätter, 37 mit Alkohol behandelte Keimlinge und 40 unbehandelte Pflanzen mit der Sporenaufschwemmung beimpft werden. Der Versuch lief vom 9. 7. bis 13. 7. 31 im Gewächshaus, bei einer Tagesdurchschnittstemperatur von 25° C und einem Nach-

Tabelle 12.

Standort des Versuches: Gewächshaus.

Temperatur: Vom 14. 10.—19. 10. 1931. Max. D = 24° C. Min. D = 6° C. Ausgewertet: Roggen am 19. 10. 1931; Weizen,

Vom 14. 10.—20. 10. 1931. Max. D = 22° C. Min. D = 6° C. Gerste und Hafer am 20. 10. 1931.

A. Blätter zwischen den Fingern gerieben.

Stamm	Beimpft mit	Roggen		Weizen		Gerste		Hafer	
		Inf.	+ Inf.	Inf.	+ Inf.	Inf.	+ Inf.	Inf.	+ Inf.
H ₂	Konidien in Wasser	24	—	28	—	25	—	35	—
	„ „ Zuckerwasser	11	—	42	—	33	—	43	—
	„ „ Weizendekokt	13	—	23	—	29	—	35	—
R ₇	„ „ Wasser	16	—	32	—	28	—	34	—
	„ „ Zuckerwasser	13	—	28	—	27	—	37	—
	„ „ Weizendekokt	18	—	26	—	24	—	34	—
	Wasser Zuckerwasser Weizendekokt	21	—	28	—	21	—	32	—

B. Blätter 1/2 Minute lang in 60% Alkohol getaucht.

H ₂	Konidien in Wasser	15	3	33	4	23	10	26	1
	„ „ Zuckerwasser	16	4	24	2	32	—	29	6
	„ „ Weizendekokt	10	4	29	—	23	8	29	6
R ₇	„ „ Wasser	16	3	27	—	27	9	36	11
	„ „ Zuckerwasser	10	2	26	—	26	3	24	6
	„ „ Weizendekokt	12	5	28	—	18	13	33	12
	Wasser Zuckerwasser Weizendekokt	10	—	34	—	20	—	30	—

$$\left. \begin{matrix} 5 \text{ Blättern} \\ \text{Turgor-} \\ \text{verlust} \end{matrix} \right\} \text{an}$$

$$\left. \begin{matrix} 2 \text{ Blättern} \\ \text{Turgor-} \\ \text{verlust} \end{matrix} \right\} \text{an}$$

$$\left. \begin{matrix} 6 \text{ Blättern} \\ \text{Turgor-} \\ \text{verlust} \end{matrix} \right\} \text{an}$$

durchschnitt von 12° C. Das Ergebnis war auch in diesem Versuch negativ. Eine Einwirkungsdauer des Narkotikums von 10 Sekunden hatte offenbar nicht genügt, um die Infektion zu ermöglichen. In dem nächstfolgenden Experiment wurden daher die Keimlinge $\frac{1}{2}$ Minute lang in Alkohol eingetaucht. Die jungen Pflanzen waren auch hier in Kulturzylindern herangezogen. Die *Cladosporium*-Konidien wurden in Wasser, Zuckerwasser oder Weizenblattdekokt auf die Blattoberfläche geimpft. Als Vergleichspflanzen dienten solche, deren Blätter lediglich zwischen den Fingern gerieben waren, als Kontrollen solche, die ebenfalls mit Alkohol behandelt, aber nur mit der zur Herstellung der Sporenaufschwemmung benutzten Lösung beimpft wurden. Das Ergebnis bringt Tabelle 12. Die Infektion der ersten Pflanzen (Tabelle 12A.) zeitigte in Übereinstimmung mit den vorhergehenden Versuchen kein positives Ergebnis. An den mit Alkohol vorbehandelten Keimlingen (Tabelle 12B.) jedoch hatten sich an mehreren Stellen dichte *Cladosporium*-Überzüge gebildet. Es handelte sich hier aber um Gewebe, die vollständig zusammengefallen waren, ihren Turgor verloren hatten und bei der geringsten Berührung auseinanderfielen. Hier war der Pilz sowohl in die Spaltöffnungen als auch direkt zwischen die Epidermiszellen eingedrungen. Eine Fleckenbildung trat nicht auf. Überdies zeigten die Kontrollpflanzen den gleichen Turgorverlust. Danach hatte nicht der Pilz, sondern der Alkohol die Zerstörung der Gewebe verursacht. Auch diejenigen Gewebepartien, die trotz der Behandlung mit Alkohol noch turgeszent geblieben waren, fand ich nicht vom Myzel durchwuchert. Wohl waren hier an einigen Stellen die Hyphen in die Spaltöffnungen eingedrungen. Sie hatten dann aber nicht auf das Parenchym übergegriffen.

Als Gesamtergebnis läßt sich zusammenfassen:

Die bislang ausgeführten Blattinfektionen ließen keine pathogenen Fähigkeiten bei den *Cladosporium*-Stämmen erkennen. Die Pilze siedelten sich nur auf bereits totem Gewebe an.

bb) An Blättern von Freilandpflanzen.

Die Infektionen wurden meist an von Haus aus gesunden und kräftigen Organen durchgeführt, die vom Mutterindividuum abgeschnitten und in Petrischalen gelegt waren. Zunächst wurden

Blätter und zwar nur die jüngsten zur Infektion verwandt. Eine Konidienaufschwemmung des Stammes „G“ in Wasser wurde auf je 12 Blätter von Roggen, Weizen, Gerste und Hafer geimpft, die zu dreien auf 4 Petrischalen verteilt waren. Je drei Blätter wurden mit Wasser beimpft und dienten als Kontrollen. Der Versuch lief vom 23. 6. bis 29. 6. 31 im Laboratorium bei einer Temperatur von ca. 16°—21° C. Er wurde in gleicher Anordnung vom 14. 7. bis 20. 7. 31 wiederholt. Bei gleicher Anzahl von Kontrollen betrug hier die Zahl der beimpften Blätter für Roggen (4 Schalen) 12, für Weizen (7 Schalen) 21, für Gerste (8 Schalen) 24 und für Hafer (5 Schalen) 15.

Die Versuche hatten keinen Erfolg. Die Blätter zeigten gegenüber den Kontrollen keine Veränderung. Daher wurden nunmehr die Blätter vor der Infektion ca. 10 Sekunden lang in 60% Alkohol getaucht, sorgfältig abgespült und dann mit einer Sporenaufschwemmung des Stammes „V“ in Wasser infiziert. Als Vergleichsobjekte dienten unbehandelte Blätter, die mit gleichem Infektionsmaterial beimpft wurden.

Übersicht über die Anzahl der Infektionen.

a) unbehandelt:

Roggen	15	Blätter auf 5 Schalen verteilt
Weizen	18	„ „ 6 „ „
Gerste	15	„ „ 5 „ „
Hafer	12	„ „ 4 „ „

b) 10 Sekunden mit 60% Alkohol behandelt:

Roggen	15	Blätter auf 5 Schalen verteilt
Weizen	18	„ „ 6 „ „
Gerste	12	„ „ 4 „ „
Hafer	15	„ „ 5 „ „

c) Kontrollen: Je drei behandelte bzw. unbehandelte Blätter mit Wasser beimpft.

Der Versuch lief vom 16.—22. 7. 31. Die übrigen Daten entsprachen denjenigen der vorhergehenden Versuche.

Das Pilzmyzel war nirgends in das Pflanzengewebe eingedrungen, auch dann nicht, wenn eine Vorbehandlung des Gewebes mit Alkohol stattgefunden hatte. Offenbar hatte das Narkotikum nicht lange genug gewirkt, um einen Befall zu ermöglichen.

In den nächstfolgenden Versuchen wurden die Sporen in Auskochungen von Weizenblättern ausgesät. Eine Behandlung der

Pflanzen mit Alkohol fand zunächst nicht statt. Sowohl Blätter von Freilandpflanzen wie auch von solchen, die im Gewächshaus gezogen waren, wurden nach der angegebenen Methode mit dem Stamm „E“ beimpft. Von jeder Getreideart wurden 16 Blätter infiziert. Der Versuch lief vom 25. 8. bis 29. 8. 31 im Laboratorium, wiederum bei einer Temperatur von ca. 16°—21° C. Die beimpften Gewebe zeigten gegenüber den Kontrollen, welche lediglich mit Weizenblattdekot beimpft worden waren, keine Veränderung.

Da die Keimungs- und Ernährungsbedingungen ein Eindringen des Pilzes immer noch nicht ermöglichten, wurden die Blätter nunmehr vorher etwa eine halbe Minute lang in 60% Alkohol eingetaucht. In diesem vom 12. 6. bis 15. 6. 31 im Laboratorium bei Zimmertemperatur laufenden Versuch wurden je zwölf aus dem Freilande eingetragene Blätter der vier Getreidearten mit einer Konidienaufschwemmung des Stammes „G“ in Weizenblattdekot beimpft. Bei einer Wiederholung vom 29. 8.—2. 9. 31 wurden ebenfalls 12 Blätter unter gleichen Bedingungen mit einer Aufschwemmung von Konidien des Stammes „E“ infiziert. Die eine Hälfte dieser Blätter stammte von Freilandpflanzen, die andere von Keimlingen aus dem Gewächshaus. In beiden Versuchen dienten zwei bzw. drei Blätter jeder Getreideart als Kontrollen; sie wurden mit Weizenblattdekot ohne Zusatz von Konidien beimpft.

Die Blätter der Freilandpflanzen hatten durch die Behandlung mit Alkohol an einigen Gewebspartien ihren Turgor verloren, die der Keimlinge aus dem Gewächshaus dagegen waren turgeszent geblieben. An ihnen nun blieb die Infektion ohne Erfolg. Jene aber waren an den zusammengefallenen Regionen mit einem dichten *Cladosporium*-Überzug bedeckt. Die Keimhyphen des Pilzes waren hier in die Spaltöffnungen eingedrungen. Sie hatten aber noch nicht auf die Parenchymzellen übergegriffen. Eine Bräunung dieser Schicht wurde nicht beobachtet. Makroskopische Fleckenbildung fand dementsprechend ebenfalls nicht statt.

In allen, in diesem Abschnitt mitgeteilten Versuchen zerfielen die vom Mutterindividuum abgeschnittenen und dann beimpften Blätter nicht schneller als bei den Kontrollen. *Cladosporium* scheint danach nicht imstande zu sein, den Tod bereits im Zerfall begriffener Gewebe zu beschleunigen.

Als Gesamtergebnis läßt sich zusammenfassen, daß auch von Haus aus gesunde Blätter von *Cladosporium* nicht angegriffen

werden. Eine bereits eingetretene physiologische Degeneration wird durch den Pilz nicht gefördert.

cc) An Blattwunden.

Es wurde nunmehr die Frage geprüft, ob eine Verwundung des Gewebes und die Beimpfung der verletzten Stellen eine Infektion ermöglichte. Von Freilandpflanzen abgeschnittene Blätter wurden mit einer sterilen Nadel geritzt, in Petrischalen gelegt und mit Sporenaufschwemmung beimpft. Neben den Kontrollen, die ebenfalls verwundet, aber lediglich mit der verwendeten Nährlösung beimpft wurden, dienten unverletzte Pflanzen als Vergleichsobjekte.

Versuchsdaten:

I. Standort: Labor.

Dauer des Versuches: 14. 7.—20. 7. 31.

Temperatur: 16°—21° C.

a) infiziert mit Konidien des Stammes „G“ in Wasser:

Roggen	3	verletzte Blätter, 6	unverletzte Blätter
Weizen	4	„ „ 5	„ „
Gerste	4	„ „ 5	„ „
Hafer	3	„ „ 6	„ „

b) infiziert mit Konidien des Stammes „G“ in Agar + Maltyl + Liebig (verdünnt).

Roggen	4	verletzte Blätter, 5	unverletzte Blätter
Weizen	2	„ „ 6	„ „
Gerste	4	„ „ 5	„ „
Hafer	4	„ „ 3	„ „

c) Kontrollen: Je zwei Blätter jeder Getreideart mit Wasser bzw. Agar + Maltyl + Liebig (verdünnt) beimpft.

II. Standort: Labor.

Dauer des Versuches: 5. 6.—8. 6. 31.

Temperatur: 16°—21° C.

a) infiziert mit Konidien des Stammes „G“ in Wasser:

Roggen	4	verletzte Blätter, 4	unverletzte Blätter
Weizen	4	„ „ 4	„ „
Gerste	4	„ „ 4	„ „
Hafer	4	„ „ 4	„ „

Zur Kontrolle je eine Pflanze mit Wasser beimpft.

b) Keimlinge aus dem Gewächshaus infiziert mit Konidien des Stammes „E“
in Weizenblattdekot.

Roggen	6 verletzte Blätter
Weizen	6 „ „
Gerste	6 „ „
Hafer	6 „ „

Zur Kontrolle je zwei verletzte Blätter mit Weizenblattdekot beimpft.

c) Blätter von Freilandpflanzen infiziert mit Konidien des Stammes „E“
in Weizenblattdekot.

Roggen	6 verletzte Blätter
Weizen	6 „ „
Gerste	5 „ „
Hafer	6 „ „

Zur Kontrolle je zwei verletzte Blätter mit Weizenblattdekot beimpft.

An den Wundstellen hatte sich eine üppige Vegetation von *Cladosporium* gebildet. Es war jedoch ein Übergreifen des Myzels auf die lebenden Gewebe nicht zu beobachten; jedenfalls zeigten diese während der Dauer der Infektion keine Anzeichen einer fortschreitenden Aufhellung oder Fleckenbildung. Nur die Ränder der Wunden wiesen zeitweise geringe Bräunungen auf. Derartige Erscheinungen traten aber auch bei den Kontrollen auf. Sie waren wahrscheinlich eine Folge der mechanischen Verletzungen und als Nekrosesymptome der verwundeten Zellen aufzufassen. Die mikroskopische Kontrolle von Schnitten durch die Wundregion bestätigte die makroskopischen Beobachtungen: Es war kein Übergreifen des Myzels auf die lebenden Zellen festzustellen.

dd) Bei niedriger Temperatur.

In Berücksichtigung der Ergebnisse Janczewkis (1894, S. 194 bis 195), daß *Cladosporium*-Infektionen bei niedriger Temperatur gelingen, säte ich Sporen der Stämme „R7“ und „W5“ in Weizenblattdekot in Petrischalen auf Blätter von Roggen, Weizen, Gerste und Hafer aus und hielt dieses Material vom 13. 1. bis 7. 2. 32 bei einer Temperatur von 10—5° C. An Roggen waren 96, an Weizen 104, an Gerste 92 und an Hafer 98 Infektionen ausgeführt. 24 Blätter jeder Getreideart waren mit Weizenblattdekot beimpft und dienten als Kontrollen.

In keinem Fall konnte eine gelungene Infektion beobachtet werden. Im Grunde bedeutet dieses Ergebnis keinen Widerspruch zu demjenigen von Janczewski, da dieser Autor trotz beobachteten Eindringens der *Cladosporium*-Hyphen durch

die Spaltöffnungen keine pathogenen Fähigkeiten bei ihnen nachwies (1894, S. 195). Sein Befund aber, daß der Pilz, wenn auch nicht bei hoher, so doch bei niedriger Temperatur in das Pflanzengewebe eindringen kann, konnte nicht bestätigt werden.

c) Ähreninfektionen.

aa) An Spelzen.

Die Infektion der Spelzen wurde zur Klärung einer Frage herangezogen, die Klebahn im Zusammenhang mit *C. herbarum* aufwirft. Klebahn (1918, S. 13 u. 14) erwähnt diesen Pilz als einen Schwächeparasiten und stellt solchen Organismen andere gegenüber, bei denen „man wohl richtiger von Altersparasiten reden könnte . . . Vielleicht sind die meisten dieser Pilze gewöhnliche Saprophyten . . . Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß einige schon in die lebenden Blätter eindringen, wenn diese geschwächt sind oder ein gewisses höheres Alter erreicht haben.“

Die Fragestellung für *Cladosporium* wäre demnach, ob dieser Pilz als Altersparasit anzusprechen ist, d. h. die Pflanzen nur dann befallen kann, wenn sie kurz vor Abschluß ihrer normalen Lebensfunktionen stehen.

Die Spelzen wurden deswegen als Versuchsobjekte verwandt, weil diese Organe verhältnismäßig langlebig und widerstandsfähig gegen schädliche Einflüsse sind und ganz allmählich von einem physiologischen Zustand in den anderen übergehen, um endlich ihre Entwicklung mit der Reife abzuschließen.

Im Freilande wurden Ähren mit Konidienaufschwemmungen in Nährlösung besprüht und dann mit einem Reagenzglas überstülpt, dessen Öffnung mit einem feuchten Wattebausch verschlossen wurde.

Vom 23. 6. bis 11. 7. 31 (Temperatur: Min. D = 12° C, Max. D = 21° C) wurden 19 Weizenähren, die mit Konidien des Stammes „G“ in Weizendekokt beimpft waren, auf diese Weise eingekammert, vom 27. 6. bis 2. 7. 31 (Temperatur: Min. D = 10° C, Max. D = 22° C) je 3 Weizenähren, die mit Konidien der Stämme „B“, „G“ und „K“ infiziert waren. Mit den Nährlösungen besprühte Ähren dienten als Kontrollen.

Es konnte in der Folge in keinem Falle festgestellt werden, daß der Pilz lebende Spelzen befallen hatte. Obwohl sich an einigen Stellen in der zur Herstellung der Sporenaufschwemmung verwendeten Nährlösung eine üppige Vegetation

von *C. herbarum* gebildet hatte, war das Wirtsgewebe, dem diese Kolonie auflag, nicht im geringsten verändert. Es fiel mir jedoch bei der Auswertung des Versuches auf, daß die zwischen den Spelzen hervorragenden Antheren mit einem dichten *Schwärze*belag überzogen waren. Von ihnen aus war ein Übergreifen des Myzels auf die anliegenden Pflanzengewebe aber nicht zu beobachten. Diese Feststellung stimmt nicht recht zu einer Beobachtung Francks, nach der *C. herbarum* an Blättern parasitär wurde, nachdem er in ihnen aufliegenden Pollemassen eine saprophytische Entwicklung genommen hatte (1896, S. 294).

In dem nächsten Versuch wurden abgeschnittene Ähren in Petrischalen gelegt und mit Sporenaufschwemmung der Stämme „C“ und „G“ in Wasser infiziert. Die Hälfte wurde vorher mit Alkohol gewaschen und mit Aqua dest. nachgespült. Der Versuch lief vom 11. 7. bis 16. 7. 31 im Laboratorium bei einer Temperatur von 16° bis 21° C. Es wurden je 4 Ähren aller Getreidearten mit jedem Stamm infiziert. Die gleiche Anzahl von Ähren, die nur mit der Nährlösung beimpft waren, diente als Kontrolle.

Wieder blieb die Infektion aus.

Während bisher das Altersstadium der Ähren unberücksichtigt blieb, wurden nunmehr solche verschiedener Entwicklungsstadien als Versuchsobjekte verwandt und mit einer *Cladosporium*-Aufschwemmung in Weizenblattdekot beimpft.

Standort: Labor.

Dauer des Versuches: 8. 9.—14. 9. 31.

Temperatur: 16°—21° C.

Infektionsmaterial: Stamm „G“ in Weizenblattdekot.

Infizierte Getreideart: Weizen (Carsten V).

7 Ähren im Stadium der Reife infiziert

4	„	„	„	„	späten Milchreife infiziert	
4	„	„	„	„	frühen	„
4	„	„	„	„	Blüte	„
5	„	„	„	„	Vorblüte	„

Als Kontrollen zu diesen Infektionen dienten mit Weizenblattdekot beimpfte Ähren eines jeden Stadiums.

Eine Infektion war nur an den bereits ausgereiften Spelzen von Erfolg, nicht dagegen an den noch Chlorophyll führenden. Somit muß die Frage, ob *C. herbarum* als Altersparasit in dem Sinne einer unterschiedlichen Angriffsfähigkeit auf verschieden alte, aber noch lebende Gewebe anzusehen ist, verneint werden.

bb) An Blüten.

Die bei den Ähreninfektionen im Freilande beobachtete Schwärzung der Staubgefäße machte eine Untersuchung der Frage notwendig, ob ein zeitiger Befall dieser Organe durch den *Schwarzepilz* die Befruchtung verhindern und damit die Ausbildung des jungen Korns unmöglich machen oder gar bereits befruchtete Samenanlagen in ihrer Entwicklung hemmen kann. Eine Verhinderung der Befruchtung scheint allerdings von vornherein wenig wahrscheinlich, da diese viel schneller vor sich geht als die Infektion durch den Pilz. Lohnender dürfte die experimentelle Prüfung der Frage sein, ob das Myzel die Samenanlage zerstören kann.

Methodisch wurde derart verfahren, daß eine Konidienaufschwemmung von *C. herbarum* in Wasser mittels einer Pipette hinter die Spelzen gebracht wurde. Als Versuchsobjekte dienten Freilandpflanzen von Weizen und Gerste, die sich zur Zeit des Versuchsbeginns in der Blüte bzw. der Vorblüte befanden. Zur Zeit der Milchreife wurde die Kornausbildung in den einzelnen Ähren kontrolliert.

Es zeigte sich beim Weizen, daß von 177 infizierten Samenanlagen 148 gesunde Körner hervorgebracht hatten; 17 waren nicht zur Entwicklung gekommen, während 12 noch Körner ausgebildet hatten, die aber mehr oder minder starke Beschädigungen aufwiesen. Bei der Gerste lieferten 92 infizierte Samenanlagen 71 gesunde und 17 gefleckte Körner, während 4 Ährchen vollständig taub waren. Die festgestellten Beschädigungen sowie die Taubährigkeit rührten z. T. von anderen Schädlingen her (Gallmückenlarven und Fritfliegenlarven). Die *Cladosporium*-Infektionen haben dabei schwerlich mitgesprochen. Der Hafer hatte so sehr unter der Fritfliege zu leiden, daß die auch hier ausgeführten Infektionen überhaupt nicht zur Auswertung kommen konnten.

In einem weiteren Versuch wurden Samenanlagen bzw. eben in Ausbildung begriffene Körner aus den Spelzen herauspräpariert und mit Sporenaufschwemmungen von *Cladosporium* „V“ und „B“ benetzt. An Weizen wurden 56, an Roggen 31, an Hafer 39 und an Gerste 58 Infektionen ausgeführt. 5 Samenanlagen je Getreideart wurden nur mit Wasser beimpft und dienten als Kontrollen. Der Versuch lief vom 22. 8. bis 27. 8. 31 im Laboratorium bei Zimmertemperatur.

Bei seiner Auswertung zeigte es sich, daß der Pilz die jungen Samenanlagen nicht zerstört hatte. Geringe lokale Bräunungen

waren zwar immer vorhanden. Da sich aber diese ebenfalls an den Kontrollen zeigten, lassen sie nicht auf eine Infektion schließen. Wenn andererseits in den meisten Fällen eine derartige Erscheinung trotz guter Entwicklung des Pilzes nicht beobachtet wurde, ist anzunehmen, daß *C. herbarum* die jungen Samenanlagen nicht zerstören kann.

cc) An Körnern.

Die Infektion der Körner wurde unter folgender Fragestellung durchgeführt: Kann *C. herbarum* als Erreger der Krankheitserscheinung gelten, die in Deutschland als „Dunkel- oder Braunschpitzigkeit“ (Lopriore 1894, S. 1000), in Italien als „*puntatura*“ (Peglion 1901, S. 236, zitiert nach Curzi 1926, S. 126), in Frankreich als „*moucheture*“ (Miège, 1930, S. 262) und in Amerika als „*black point*“ (Bolley 1912, und 1913, zitiert nach Curzi 1926, S. 126) bezeichnet wird? Diese mit speziellen Namen belegte Schwärze zeigt sich vorwiegend an Weizen und Gerste, wurde jedoch von Curzi (1926, S. 128) auch an anderen Getreidearten beobachtet. Sie ruft eine Bräunung der Samenschale an den befallenen Stellen hervor. Ich sah im Freilande diese Krankheit nur selten auftreten, was auch damit im Einklang steht, daß sie in Schleswig-Holstein bisher nicht gemeldet ist. D'Ippolito (1903, S. 1012) und Lopriore (1894, S. 1000) nehmen *C. herbarum* als Ursache an. Curzi (1926, S. 132) fand jedoch diesen Pilz an braunschpitzigen Körnern nicht und Peyronel (1926, S. 18) glaubt, daß *C. herbarum* zum mindesten nicht immer die Ursache der „*puntatura*“ ist.

Die Infektionen wurden wiederum in Petrischalen durchgeführt. Milchreife Körner von Weizen und Gerste, die ich aus Getreidepflanzen vom Versuchsfeld herauspräpariert hatte, wurden, nachdem sie oberflächlich mit Sublimat sterilisiert und mit Aqua dest. nachgespült worden waren, mit einer Aufschwemmung des *Cladosporium*-Stammes „F“ in Wasser infiziert. Der Versuch lief vom 14. 9. bis 22. 9. 31 im Laboratorium bei Zimmertemperatur.

Bei der Auswertung waren von 40 infizierten Weizenkörnern 37, von 40 infizierten Gerstenkörnern 20 befallen. Das Myzel des Pilzes war zwischen die Zellen in das Pericarp eingedrungen und breitete sich auf dem Wege durch die Tüpfelkanäle von einer Zelle zur anderen aus (vgl. Abb. 10). Die Testa wurde nicht mehr durchwachsen, so daß ein Befall des Endosperms, sowie eine Zer-

störung des Embryos nicht eintrat. Bräunung des Gewebes, die zum Krankheitsbild der „Braunspitzigkeit“ gehört, war als direkte Folge des Pilzbefalls nicht zu beobachten. Die Zellwände der infizierten Gewebe waren in keiner Weise verändert. Es traten zwar Bräunungen auf, sie erfolgten jedoch unabhängig vom Myzelwachstum und betrafen vornehmlich die unteren Partien der Samenschale. Sie waren gleichermaßen an den Kontrollen, die zu 10 je Getreideart den Infektionen parallel liefen, vorhanden und erstreckten sich nur soweit, als der Same in direkter Berührung mit Wasser gestanden hatte.

Aus den Ergebnissen dieser Versuche ist nur das eine einwandfrei zu schließen, daß *C. herbarum* in das Gewebe des Pericarps eindringen und sich in ihm ausbreiten kann. Wendet man nun die Definition der *Schwärze* auf diesen, ihren besonderen Fall an, daß nämlich das Braunwerden der Samenschale auf die Farbe

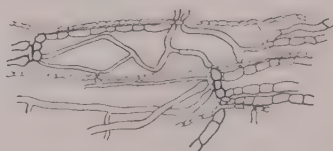


Abb. 10. *Cladosporium* im Pericarp eines Weizenkorns.

des in ihm wuchernden Pilzmyzels zurückzuführen ist, so besteht kein Zweifel, daß *C. herbarum* als Erreger der „Braunspitzigkeit“ in Betracht gezogen werden muß. Verbindet man aber mit dem Begriff dieser Krankheit eine pathogene Veränderung des Pericarps, vielleicht auch noch der Testa, Aleuronschicht und des Endosperms, so kann *C. herbarum* nicht als Ursache bezeichnet werden.

d) Die Pathogenität von *Cladosporium* am Getreide.

aa) Begriffliches.

Eine Diskussion über parasitische Fähigkeiten eines Organismus setzt eine genaue Umgrenzung des Begriffes Parasitismus voraus. Hier reicht es aus, ihn nur für die von Münch (1929, S. 284) als *Nekrophyten* zusammengefaßten pflanzlichen Krankheitserreger zu erörtern, da *C. herbarum* ohne Frage in diese Gruppe hineingehört. Münch unterscheidet bei den *Nekrophyten*, die sich ausschließlich von totem Substrat ernähren, *Perthophyten* und *Saprophyten*. Jene „befallen lebende Pflanzen, leben aber nur von totem Gewebe, das

sie entweder selbst getötet haben, oder das schon von Natur leblos war.“ Diese „leben von totem Substrat, das sie nicht selbst getötet haben.“ Bei *Cladosporium* bleibt demnach zu entscheiden, ob der Pilz *Vollsaprophyt* oder *Perthophyt* ist. Von parasitischer Lebensweise kann man bei ihm von vornherein nicht sprechen, da Parasitismus im Sinne Münchs nur dann vorliegt, wenn „nur die lebende Zelle der Pflanze . . . die zur Ernährung des Pilzes nötigen Nährstoffe liefern kann“ oder die Organismen „ihren ganzen Entwicklungsgang . . . nur dann vollenden, wenn eine parasitäre Entwicklungsstufe in ihren Lebensgang eingeschaltet ist.“ (a. a. O. S. 281/282.)

Es wäre danach zu entscheiden, ob die Gewebe, auf denen die *Schwärze* auftrat, vor der Besiedlung noch lebten, oder ob sie bereits tot waren, und ob mit dem Auftreten des Pilzes eine pathologische Veränderung der Zellen einherging.

Die Symptome einer pathologischen Nekrose bestehen nach Küster (1925, S. 380) u. a. in einem Turgorverlust der Zellen und in einer Verfärbung des Zellinhaltes und der Membranen. Solche Reaktionen der Wirtszellen wurden im Zusammenhang mit den *Cladosporium*-Infektionen nicht beobachtet. Sie sind nach der Anschauung Wards (1905, S. 29) aber erst der Beweis dafür, daß ein Schädling pathogene Eigenschaften besitzt. Seine Fähigkeit, die Pflanze anzugreifen, bedeutet noch nicht Parasitismus. Die *Cladosporium*-Stämme müssen also dem Getreide gegenüber als reine *Saprophyten* angesprochen werden.

Eine weitere Frage wäre, ob der Pilz den Tod bereits im Absterben befindlicher Pflanzenteile beschleunigen kann. Es wird aber sehr schwer zu entscheiden sein, ob die Nekrosesympptome von dem Pilzbefall herrühren oder der physiologischen Degeneration zuzuschreiben sind. Immerhin wäre es möglich, durch die Zerfallsgeschwindigkeit beimpfter und unbeimpfter degenerierender Pflanzenteile festzustellen, ob der Pilz einen Einfluß auf den Ablauf der Nekrobiose hat.

Bei den einschlägigen Versuchen trat ein schnellerer Zerfall nicht ein, so daß wiederum auf pathogene Fähigkeiten von *Cladosporium* nicht zu schließen ist.

bb) Geschichtliches unter Berücksichtigung der eigenen Ergebnisse.

Experimentell ist über die Pathogenität von *C. herbarum* nur wenig gearbeitet worden. Die schon mehrere Jahrzehnte zurückliegende

Abhandlung von Lopriore (1894, S. 969—1008) hat lange Zeit die Grundlage für die Beurteilung der *Schwärze*-Krankheit gebildet. Lopriore glaubte festgestellt zu haben, daß alle Teile der Getreidepflanzen von dem Pilz angegriffen und zerstört werden können.

Es wäre müßig, die meinen Ergebnissen widersprechenden Befunde Lopriores im einzelnen einer Kritik zu unterziehen. Ich kann mich damit begnügen, eine Auslassung von Bennet (1928, S. 193) zu zitieren, dessen Gedanken ich mich im wesentlichen anschließe: „It is of interest to note that the symptoms recorded concerning the seedlings, diseased bases, feeble ears, and absence of grain, are similar to those in *Fusarium* disease . . . Lopriore mentions in his later work on *Cladosporium herbarum*, an associated „mycelium (of) a rather intense rose colour“; as he did not identify this and apparently neglected it entirely, and did not work with pure cultures, it appears highly probable that *Fusarium* was present, and that this, not *Cladosporium herbarum*, caused the symptoms mentioned.“

Die ebenfalls aus dem Jahr 1894 stammende Arbeit von Janczewski kommt zu wesentlich anderen Folgerungen. Die von diesem Verfasser ausgeführten Infektionen blieben in der warmen Jahreszeit ohne Erfolg, in der kalten jedoch drangen die Hyphen in die Spaltöffnungen ein. Sie gelangten aber nur dann in dem Pflanzengewebe zur Weiterentwicklung, wenn die beimpften Blätter in einem feuchten Raum verblieben. Wenngleich die Infektion gelang, so glaubt der Verfasser doch, daß *Cladosporium* nicht imstande ist, unter normalen Bedingungen die jungen Organe des Getreides zu befallen, und daß *fakultativer Parasitismus* bei ihm nicht vorliegt (1894, S. 195).

Eine aktive Veränderung des Pflanzengewebes durch den Pilz findet also nicht statt, so daß die Befunde mit denen der vorliegenden Arbeit ziemlich in Einklang stehen. Nur der Einfluß niedriger Temperaturen auf das Eindringen des Myzels in das Gewebe konnte nicht bestätigt werden. In Übereinstimmung mit den von mir erzielten Ergebnissen befinden sich auch diejenigen von Johnson (1913/14, S. 477). Dieser Autor beimpfte 82 Weizenblätter, 108 Gerstenblätter, 145 Haferblätter und 69 Roggenblätter mit *Cladosporium graminum*¹⁾, ohne zu einem positiven Ergebnis zu gelangen.

¹⁾ *Cladosporium graminum* Cda. wird von Bennet als synonym mit *C. herbarum* Lk. angegeben (1928, S. 194).

Die letzten seitherigen Versuche über die Pathogenität von *C. herbarum* am Getreide wurden von Bennet angestellt (1928, S. 191—212). Dieser Verfasser beimpfte zunächst äußerlich desinfizierte Weizenkörner mit Konidien von *C. herbarum*, indem er entweder die noch feuchten Körner mit Kulturen des Pilzes in Berührung brachte oder sie mit einer Konidienaufschwemmung in Wasser besprühte. Der Weizen wurde dann ausgesät: 1. unter anormalen Bedingungen, 2. in feuchtem Boden und 3. unter normalen Bedingungen. Die rein qualitative Auswertung des Versuches sah folgendes Ergebnis (an. a. O. S. 207):

„The first of these experiments showed that under abnormal conditions of growth, resulting in weak, semi-etiolated shoots, 85 per cent of the seedlings contained the fungus in the still living shoots at the end of one month . . . Evidently the fungus could exist in unhealthy, living tissues. In the “wet-soil” experiments the conditions resulted in unhealthy growth of underground parts, for the fungus extended from the grains to the primary and secondary roots, and developed considerably about the buried base of the stem. As shown in experiment (2) the presence of the fungus undoubtedly exerted an adverse influence upon the growth of the plants, but not to such extent as to stop their development completely. As shown in experiment (3), however, grain similarly infected and grown in well-drained soil yielded healthy plants, without reduction in ears or number and weight of grains.“

Von besonderer Bedeutung für die Beurteilung der pathogenen Fähigkeiten ist das Ergebnis des Versuches 1. Die von Bennet beobachtete schwache Braunfärbung befallener Streifen läßt in der Tat zunächst vermuten, daß der Pilz lebende Zellen abtöten kann. Es hätte aber dann festgestellt werden müssen, ob die pathologischen Veränderungen auch wirklich von dem Pilzmyzel herrühren, d. h. ob sie in Abhängigkeit von dem Hyphenverlauf auftraten. Der Nachweis des Myzels in dem Gewebe allein genügt nicht, weil damit noch nicht entschieden ist, ob der Befall primär oder sekundär ist. In Bennets Versuch scheint ein sekundärer Befall nicht ausgeschlossen, da die Pflanzen 4 Wochen unter Bedingungen verharren mußten, die so ungünstig waren, daß sie nicht ohne Folgen für die Lebensfähigkeit des Gewebes bleiben konnten. Hierüber kann jedoch nicht diskutiert werden, da Bennet über den Zustand der Kontrollpflanzen nicht berichtet. Auch die Folgerung des Verfassers bezüglich der parasitologischen Stellung von *C. herbarum*

müssen als nicht eindeutig bezeichnet werden. Wenn Bennet schreibt: „Evidently the fungus could exist in unhealthy, living tissues“, so kann er damit kaum gemeint haben, daß *C. herbarum* sich von lebenden Zellen ernähren kann. Es müßte dann reiner *Parasitismus* im Sinne Münchs vorliegen, was aber schwerlich möglich ist. Es kommt also nicht klar zum Ausdruck, wie sich *Cladosporium* zu lebenden Geweben verhielt. Ebenso ist das Ergebnis des Versuches 2 nicht eindeutig. Auch hier ist über das Verhalten des Pilzes gegenüber dem lebenden Pflanzengewebe nichts ausgesagt.

Die von Bennet an oberirdischen Pflanzenteilen ausgeführten Infektionen sprechen noch weniger für pathogene Fähigkeiten bei *C. herbarum*. So blieb der Befall von Getreidekeimlingen, welche mit Sporenaufschwemmungen verschiedener Stämme beimpft waren, oder bei denen ein Tropfen der Aufschwemmung hinter die Blattscheiden gebracht war, überhaupt aus, wenn die jungen Pflanzen zur Zeit der Behandlung nur gesunde Blätter trugen (a. a. O. S. 208). Bei solchen aber, welche durch Bedecken mit einer Glasglocke möglicherweise ungünstig beeinflußt worden waren, hatte sich *C. herbarum* auf den unteren Blättern angesiedelt. Der Pilz beschleunigte zwar deren Tod, hatte aber auf die Weiterentwicklung des Keimlings keinen Einfluß (a. a. O. S. 208).

Auch solche Pflanzen, die nach der Beimpfung bis zur vollen Reife weitergezüchtet wurden, blieben im Ertrag nicht hinter den Kontrollen zurück (a. a. O. S. 208).

Schließlich infizierte Bennet Getreideähren im Stadium der Blüte bzw. kurz nach der Blüte. Bei Abbruch des Versuches zeigte es sich, daß *Cladosporium* keinen merklichen Einfluß auf die Kornausbildung gehabt hatte (a. a. O. S. 208 209).

Bennet kommt zu folgendem Gesamtergebnis:

„The experiments described proved that at no stage of its growth is healthy wheat attacked in its aerial parts by *C. herbarum*. When applied freely the fungus did not check the growth of the plants, the production of ear-bearing stems, or the production of grain in the ears. When applied to the ears it did not cause sterility of the individual florets, or the production of shrivelled grains, whilst the grains themselves showed no greater amount of the fungus than was normal for the district and season“ (a. a. O. S. 209).

Wenn Bennet m. E. auch nicht zu ganz eindeutigen Ergebnissen bezüglich der pathogenen Fähigkeiten von *C. herbarum* kommt, so nimmt er doch an, daß der Pilz sich unter gewissen Umständen auf das Gedeihen und den Ertrag der Pflanzen ungünstig auswirken kann: „... if the soil and climatic conditions are such as to cause the seedlings to be weak or unhealthy, the presence of the fungus is a disadvantage, since it will attack such seedlings and further adversely affect their growth... When wet weather prolongs the stage of „ripening off“, the fungus prevails on the ears and causes the grains to be poorer than they would have been in its absence“ (a. a. O. S. 210).

Nach diesen Feststellungen will es scheinen, als ob Bennet annimmt, daß *C. herbarum* aktiv in den Lebensprozeß der Pflanze eingreifen kann. Auch die von dem Verfasser gebrauchten Ausdrücke „weak parasite“ und „semi-parasite“ (a. a. O. S. 209) deuten auf diese Auffassung hin. Damit stehen in diesem Punkte seine Ergebnisse in Gegensätzlichkeit zu denen der vorliegenden Arbeit. Übereinstimmung herrscht jedoch in der Auffassung, daß der Pilz gesunden Pflanzen nicht gefährlich wird und auch ihren Ertrag nicht schmälert.

2. *Alternaria*.

a) Der Infektionsvorgang.

aa) An unterirdischen Partien der Pflanze.

Zunächst wurde der Frage nachgegangen, ob *Alternaria* mit der Schwärzung der Halmbasis bei der Fußkrankheit des Getreides im Zusammenhang steht.

Die Methodik des Versuches war die gleiche wie bei *C. herbarum*. Zur Infektion dienten die Stämme „K, B, C, E, G, A, F, N, M, I, D, L, V, U, S, T, Q“. In jedem Topf wurden 7 Saatkörner (Weizen, Carsten V) mit den genannten Stämmen beimpft.

Nach 4 Wochen waren 86 Wurzeln und 51 Samen geschwärzt. 19 Coleoptile wiesen kleine lokale Bräunungen auf. Bei den Wurzeln war das Myzel nur in die äußeren Zellagen eingedrungen. Eine Funktionsstörung schien nicht eingetreten zu sein. Die Pflanzen ließen demgemäß auch den Kontrollen gegenüber nicht die geringsten Wachstumsstörungen erkennen. Aus diesen Gründen ist wohl anzunehmen, daß *Alternaria* für das Zustandekommen von Fußkrankheiten nicht mit verantwortlich ist.

Die mikroskopische Untersuchung von Querschnitten durch die geschwärzten Wurzelregionen ergab einen grundlegenden Unterschied zu dem Infektionsvorgang bei *C. herbarum*. Wohl wuchs auch das *Alternaria*-Myzel vornehmlich interzellulär, aber es hatte Haustorien ausgebildet, die in das Zellinnere einzudringen versuchten. Um die eindringende Hyphe herum hatte sich eine Zellulosescheide gebildet, die offenbar ein Weiterwachsen unmöglich machte.

Zu dem Ergebnis, daß *Alternaria* Getreidewurzeln zu befallen vermag, kommt auch Stakman. Die Autorin folgert aus ihren Befunden, „that *Alternaria* may be parasitic on cereals“ (1923, S. 145—146).

bb) An oberirdischen Partien der Pflanze.

In diesen Versuchen wurden 12 Blätter jeder der 4 Getreidearten mit Konidien des Stammes „H3“ beimpft. Der Versuch lief im Laboratorium bei Zimmertemperatur. Nach 6 Tagen (Dauer des Versuches: 15. 9.—21. 9. 31) waren an allen Getreidearten deutliche, allerdings nur mikroskopisch sichtbare Fleckenbildungen zu beobachten. Trotz einer recht konzentrierten Sporenaufschwemmung wurden makroskopische Flecken nicht hervorgerufen. Deswegen darf wohl betreffs der Pathogenität von *Alternaria* an Freilandpflanzen gefolgert werden, daß der Pilz günstigenfalls zur Ausbildung kleiner, nur mikroskopisch sichtbarer Flecken kommt, daß sein Wachstum aber dann durch die Ausbildung der bereits erwähnten Zellulosescheiden unterbunden wird.

Die Ergebnisse stimmen im wesentlichen mit denjenigen von Sallans (1929, S. 103) überein. Dieser Autor führte ebenfalls *Alternaria*-Infektionen an Getreide aus und stellte dabei fest, daß seine Stämme keine makroskopischen Flecken erzeugten. Auch Johnson konnte bei seinen *Alternaria*-Stämmen keine pathogenen Eigenschaften nachweisen (1913/1914, S. 480).

Der Infektionsvorgang von *Alternaria* verläuft folgendermaßen: Die Keimschläuche des Pilzes wachsen zunächst regellos auf der Blattoberfläche umher; häufig bilden sie Apressorien aus, verändern aber in diesem Stadium das anliegende Wirtsgewebe noch nicht. Bald entsenden sie dünne Fäden, welche durch die Kutikula in die Epidermis eindringen. Diese Haustorien sind in dem Stadium ihres Eindringens in das Wirtsgewebe von viel geringerem Durchmesser als die Mutterhyphen. Als Folge der

Durchbohrung der Zellwand tritt an dieser alsbald eine deutlich wahrnehmbare Veränderung auf. Sie schwillt erheblich an und färbt sich allmählich gelbbraun. Nach längerer Zeit sieht man in ihr Lamellenstruktur auftreten. Die Anschwellung der Zellwand — die das Haustorium umgebende Zellulosescheide — ist im Querschnitt als eine pfropfenartige Bildung zu erkennen. In der Aufsicht ist sie charakterisiert durch eine lokale Bräunung der Oberhaut mit einem oder mehreren stärker lichtbrechenden Punkten, die nichts anderes darstellen als die in die Gewebe entsandten Haustorien.

Die Abb. 11 zeigt das Eindringen eines Haustoriums in die Epidermis. Die Anschwellung der Zellwand und die beginnende Lamellenstruktur sind bereits deutlich zu erkennen.

Abb. 11.
Alternaria-Myzel in die Epidermis
eines Weizenblattes eindringend.



Gleiche Vorgänge beobachtete Young (1926, S. 260) bei Infektionen mit mehreren *Alternaria*-Spezies, wie auch bei *Acrothecium*, *Helminthosporium*, *Cephalosporium*, *Diplodia*, *Colletotrichum* und anderen Pilzen an verschiedenen Wirtspflanzen. Auch Stevens (1922, S. 128—132) beschreibt solche Zellwandveränderungen für *Helminthosporium* an Weizen. Sie sind wohl überhaupt bei parasitischen Pilzen weit verbreitet.

Da *Alternaria* unter normalen Bedingungen nur mikroskopisch sichtbare Zellwandveränderungen hervorruft, nicht aber weiter in das Wirtsgewebe einzudringen und es zu zerstören vermag, fragt es sich, ob dieser Pilz als Pertophyt anzusprechen ist.

Daher mußten weitere Versuche angesetzt werden. Ich machte mir dabei wiederum die alte Laboratoriumserfahrung zunutze, die von De Bary (1886, S. 423) in die Versuchstechnik eingeführt wurde, daß vorherige saprophytische Ernährung dem Pilzmyzel größere Infektionskraft verleiht. Die Infektionen wurden mit myzeltragendem Nähragar ausgeführt. Als Versuchspflanzen dienten entweder in Kulturzylindern herangezogene Getreidekeimlinge, oder es wurden Blätter von Freilandpflanzen auf feuchtem Filtrierpapier in Petrischalen ausgelegt und dann beimpft. Diese Blätter waren vorher sorgfältig mit Wasser abgespült worden. Bereits

nach einem Tage setzte auf dem Agarstückchen eine üppige Myzelentwicklung ein. Die Hyphen griffen alsbald auf das anliegende Wirtsgewebe über und drangen ein, so daß schon am dritten Tage geringe Veränderungen des befallenen Gewebes wahrzunehmen waren. Am 4. und 5. Tage traten dann zusammenhängende braune Flecken auf, die in ihrer Mitte allmählich vollständig zerfielen und sich gegen das noch gesunde Gewebe durch hellere Zonen abgrenzten.

Die von den gebräunten Geweben angefertigten Querschnitte ließen erkennen, daß das Wirtsgewebe regellos von Pilzmyzel durchwuchert war. Zellwände und Protoplasma waren vollständig zerstört. An der Oberhaut hatten sich des öfteren die oben erwähnten Zellulosescheiden ausgebildet, doch war bei der vorliegenden Versuchsanordnung auch ein Hineinwachsen der Pilzhypen in die Spaltöffnungen zu beobachten. Die gleiche Erscheinung fanden auch Blackmann und Welsford (1916, S. 395), als sie *Vicia faba* mit *Botrytis cinerea* infizierten. Die Pilzhypen drangen auch hier zunächst nur direkt durch die Oberhaut in das Pflanzeninnere ein. Nach einer gewissen Zeit aber wählten sie daneben den Weg durch die Spaltöffnungen. „How far this is due to the filling of the intercellular spaces of the leaf with fluid, either from the liquid on the leaf or by the cell sap exuding from dead cells, is still uncertain“ (a. a. O. S. 395). Blackmann und Welsford scheinen danach einen Einfluß von Reizstoffen auf das Wachstum des Myzels für möglich zu halten. Ein Austritt solcher Reizstoffe würde natürlich auch durch die bereits zerstörte Oberhaut stattfinden, aber die Keimschläuche durchwachsen ja auch nachträglich noch direkt die Epidermis. Hierbei sind nur nicht mehr die typischen Veränderungen der Zellwand, wie z. B. die Ausbildung der Zellulosescheiden, zu beobachten.

Aus den geschilderten Versuchsergebnissen geht einwandfrei hervor, daß *Alternaria* lebendes Gewebe von Getreidepflanzen aktiv zu zerstören vermag und sich von ihren Zerfallsprodukten ernähren kann. *Alternaria* ist daher als echter Pertophyt des Getreides anzusprechen.

b) Anfälligkeit unter verschiedenen Bedingungen gewachsener Pflanzen.

Unter verschiedenen Bedingungen aufgezogene Weizenkeimlinge wurden mit Agar + *Alternaria*-Myzel beimpft und je nach der Stärke der eingetretenen Fleckenbildung ihrer Anfälligkeit nach

miteinander verglichen. Dabei mußte natürlich darauf geachtet werden, daß die Infektionsdosis möglichst gleich groß gewählt und die Infektion unter gleichen äußeren Bedingungen durchgeführt wurde. Zu dem Zweck wurden aus dem Rande einer *Alternaria*-Kolonie, die auf Agar + Maltyl + Liebig gewachsen war, mit einem sterilen Korkbohrer gleich große Stücke herausgeschnitten und auf die Blattoberfläche gelegt. Die Versuchspflanzen, die zu Beginn der Infektion ungefähr im 3. Blatt standen, waren unter folgenden Bedingungen herangezogen:

- a) In Blumentöpfen im Gewächshaus, dann unter Glasglocke im feuchten Raum,
- b) in Blumentöpfen, bis zum Auflauf im Gewächshaus, dann 10 Tage im Freilande und nach Ausführung der Infektion wieder unter Glasglocke,
- c) im Freilande, dann in Blumentöpfe umgepflanzt und nach Ausführung der Infektion unter Glasglocke.

Als Versuchspflanze wurde Carsten-Dickkopf-Winterweizen verwandt. Nur die Keimlinge der Gruppe c waren im Herbst ausgesät worden und hatten damit bis zu der Verwendung für den Versuch ihren normalen Entwicklungsgang durchlaufen, d. h. sie hatten die für das Gedeihen im Frühjahr notwendigen Wachstumsstockungen des Winters durchgemacht, während die Pflanzen der Gruppen a und b im Sommer zur Aussaat kamen.

Die Stärke der Infektionen wurde je nach der eingetretenen Fleckenbildung bonitiert, wobei zwischen starker bzw. geringer Fleckenbildung, Aufhellung und mißlungener Infektion unterschieden wurde. Von 57 infizierten Pflanzen der Gruppe a zeigten 31 (54%) starke, 9 (16%) geringe Fleckenbildung. 4 (7%) Pflanzen besaßen nur geringe Aufhellungen, während 13 (23%) Keimlinge unbefallen blieben. Unter den 22 Pflanzen der Gruppe b wiesen 5 (23%) geringe Fleckenbildung und 5 (23%) eine Aufhellung auf, während 12 (54%) uninfiziert blieben. Von 21 Pflanzen der Gruppe c endlich zeigten 7 (33%) geringe Fleckenbildung, 3 (14%) kleine Aufhellung und 11 (52%) blieben unbefallen. Die Befallsstärken für die drei Gruppen in der Reihenfolge a, b, c verhalten sich also wie folgt:

	Gruppe	a	b	c
a) starke Fleckenbildung		54	0	0
b) geringe	„	16	23	23
c) Aufhellung		7	23	14
d) keine	„	23	54	52

Aus diesen Ergebnissen ist ersichtlich, daß unter unnatürlichen Bedingungen aufgewachsene Pflanzen stärker anfällig sind als gesunde.

c) Anfälligkeit der vier Hauptgetreidearten.

Die Versuchspflanzen wurden in Kulturzylindern herangezogen. Ihre Blätter wurden mit Agar + Myzel verschiedener *Alternaria*-Stämme beimpft. Die Pilze bewirkten zunächst eine Aufhellung und Bräunung und dann den vollständigen Zerfall des Gewebes, das sich schließlich nach schmutzig-braun verfärbte. Die Infektionen konnten nach diesen Krankheitsbildern in folgende vier Klassen geordnet werden:

Klasse 0: Kein Angriff.

Klasse 1: Bildung kleiner brauner Flecken verbunden mit Aufhellung des Gewebes.

Klasse 2: Fortschreitende Bräunung und Fleckenbildung.

Klasse 3: Verfärbung nach schmutzigbraun und vollständiger Zerfall.

Es war nicht anzunehmen, daß möglicherweise bestehende Unterschiede in der Virulenz der verwandten Stämme „L. N. 5. 16“ und „24“ einen Fehler in das Ergebnis hineintrugen, da vorausgesetzt werden konnte, daß sich die Werte dann bei jeder Getreideart um den relativ gleichen Wert verschoben. Aus diesem Grunde sind auch in den Tabellen 13 und 14, in denen die Ergebnisse des besprochenen Versuches und seiner Wiederholung niedergelegt sind, die einzelnen Stämme nicht angeführt.

Tabelle 13.

Getreide	Gesamtzahl der Infektionen	Infektionsklasse							
		0		1		2		3	
		Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
Winter-Weizen (Carsten V)	295	42	14,23	80	27,12	75	25,4	98	33,22
Winter-Roggen (Petkuser)	288	32	11,11	69	23,96	111	38,54	76	26,39
Sommer-Gerste (Heines Hanna)	319	3	0,94	42	13,17	113	35,42	161	50,47
Sommer-Hafer (Mahndorfer Weißhafer)	309	7	2,57	42	13,59	105	33,98	155	50,16

Aus Tabelle 13 ist ersichtlich, daß die einzelnen Getreidearten, vertreten durch die dort genannten Sorten, unter den vorherrschenden Bedingungen sich in ihrer Anfälligkeit voneinander unterscheiden. Roggen und Weizen scheinen gegenüber Hafer und Gerste eine größere Widerstandsfähigkeit gegen den Pilzangriff zu besitzen.

Um bei einer Wiederholung des Versuches den Einfluß ungünstiger Wuchsbedingungen auf die Anfälligkeit und Widerstandsfähigkeit möglichst auszuschalten, wurden Blätter von Freilandpflanzen verwandt, die, in Petrischalen gelegt, ebenfalls mit Agar + Myzel der *Alternaria*-Stämme „B, F, G, L, Q, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 20, 23“ und „24“ beimpft wurden. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 14.

Tabelle 14.

Getreide	Gesamtzahl der Infektionen	Infektionsklasse							
		0		1		2		3	
		Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%	Zahl	%
Winter-Weizen (Heine III)	718	36	5,01	168	23,39	233	32,45	281	39,15
Winter-Roggen (Petkuser)	688	64	9,3	137	19,91	212	30,81	275	39,98
Sommer-Gerste (Heines Hanna)	706	3	0,42	101	14,31	197	27,9	405	57,37
Sommer-Hafer (Mahndorfer Weißhafer)	717	15	2,09	120	16,74	190	26,50	392	54,67

Es zeigte sich auch bei diesem Versuch grundsätzlich eine größere Anfälligkeit von Gerste und Hafer gegenüber Roggen und Weizen. Dies Ergebnis bedeutet also eine Bestätigung der aus Tabelle 13 gezogenen Folgerung. Es ist jedoch auf Grund der geringen Werteverchiebungen nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob eine unterschiedliche Anfälligkeit der Freilandblätter gegenüber den unter hohen Feuchtigkeits- und schlechten Atmungsbedingungen gezogenen Keimlingen des ersten Versuches besteht. Man könnte aber gerade hierin einen Widerspruch zu dem Ergebnis desjenigen Versuches erblicken, der auf S. 375 beschrieben wurde, daß nämlich unter ungünstigen Bedingungen gezogene Keimlinge stärker anfällig sind als gesunde. Wenn man aber bedenkt, daß

die Freilandblätter, die zu dem der Tabelle 14 zugrunde liegenden Versuch verwandt wurden, von der Mutterpflanze abgeschnitten waren, als sie beimpft wurden, und aus diesem Grunde nicht mehr als Organe mit normalem Stoffwechsel anzusehen sind, so scheint auch dieser Einwand entkräftet.

d) Die Pathogenität der *Alternaria*-Stämme.

Der Versuch, welcher der Tabelle 14 zugrunde liegt, diente nicht nur zum Vergleich der Anfälligkeit der einzelnen Getreidearten, sondern auch zum Vergleich der Pathogenität der verschiedenen Stämme. Die jeweils hervorgerufenen Schadbilder wurden diesmal als Grundlage für die Beurteilung der Infektionskraft gewählt. Die so gewonnenen Ergebnisse finden sich in Tabelle 15 ausgestellt. Sie besagen, daß Unterschiede in der Virulenz der einzelnen Stämme bestehen.

Um ein weiteres zahlenmäßiges Kriterium für ihre Infektionskraft zu erlangen, wurde während des Versuches die Schnelligkeit der Blattdurchwachsung verfolgt. In Tabelle 16 ist die Anzahl der Durchwachsungen in Abständen von je einem Tage niedergelegt. Auch diese Art der Auswertung ergab, daß die einzelnen Stämme sich unter den bestehenden Verhältnissen unterschiedlich verhielten.

Tabelle 15.

Stamm	Petkuser Winter-Roggen				Winter-Weizen (Heine III)			
	Infektionsklasse				Infektionsklasse			
	0	1	2	3	0	1	2	3
Q	2	3	11	7	1	1	5	39
L	0	8	14	25	0	13	20	15
G	2	14	18	12	0	2	16	30
F	1	15	17	14	9	27	10	1
B	0	0	8	40	0	0	9	39
11	3	22	21	2	4	31	6	7
14	0	0	4	44	1	2	5	40
16	12	12	10	14	0	4	28	16
18	19	13	16	1	0	13	31	5
20	14	14	10	10	0	25	16	7
23	1	9	19	18	0	0	27	21
24	0	6	11	27	0	11	17	21
9	7	11	24	5	2	8	25	14
13	1	8	20	19	18	23	4	2
17	0	2	9	37	1	8	14	23

Fortsetzung der Tabelle 15.

Stamm	Mahndorfer Weißhafer				Gerste (Heines Hanna)			
	Infektionsklasse				Infektionsklasse			
	0	1	2	3	0	1	2	3
Q	1	5	7	35	0	0	3	44
L	0	0	8	40	0	14	21	13
G	0	0	3	45	0	0	2	46
F	2	17	19	10	0	23	24	1
B	0	0	1	47	0	0	3	45
11	2	14	18	14	0	20	18	10
14	0	5	9	37	0	0	0	36
16	0	5	17	26	0	0	11	38
18	0	4	21	21	0	5	18	25
20	3	9	16	20	1	4	20	22
23	0	2	11	35	1	4	20	22
24	0	6	18	23	0	0	5	43
9	0	12	14	22	0	0	17	31
13	7	22	15	4	1	24	15	8
17	0	19	13	16	0	7	20	21

Tabelle 16.

Stamm	Roggen			Weizen		
	Zahl der Durchwachungen					
	am 2. Tag	am 3. Tag	am 4. Tag	am 2. Tag	am 3. Tag	am 4. Tag
Q	1	12	18	5	38	47
L	12	38	42	11	24	42
G	15	29	40	15	27	41
F	4	24	25	7	27	30
B	19	45	48	21	43	48
11	3	29	37	1	31	36
14	25	43	46	14	23	40
16	7	25	34	15	25	45
18	1	10	18	4	26	44
20	2	12	28	8	17	35
23	24	40	41	23	34	47
24	11	40	44	18	43	47
9	11	25	36	20	20	45
13	18	33	45	18	37	41
17	35	46	47	19	23	40

Fortsetzung der Tabelle 16.

Stamm	Hafer			Gerste		
	Zahl der Durchwachsungen					
	am 2. Tag	am 3. Tag	am 4. Tag	am 2. Tag	am 3. Tag	am 4. Tag
Q	7	32	40	42	47	47
L	14	37	45	7	27	41
G	29	45	48	44	46	48
F	7	21	42	5	16	35
B	33	40	48	33	40	48
11	25	32	41	32	45	46
14	2	14	39	32	40	46
16	4	22	38	22	33	47
18	4	37	47	11	44	48
20	12	24	38	20	29	38
23	27	42	47	34	42	46
24	12	34	46	23	38	48
9	24	30	41	28	29	43
13	4	17	23	16	27	41
17	7	15	32	2	13	23

Bei den Infektionen wurde aber in keinem Falle ein qualitativer Unterschied in der Virulenz beobachtet in dem Sinne, daß beispielsweise irgendein Stamm nur an bestimmten Getreidearten pathogen wurde, an anderen aber nicht. Die bislang nachgewiesenen rein quantitativen Unterschiede in der Infektionskraft reichen m. E. nicht aus, um das Vorhandensein von biologischen Rassen, auf deren Nachweis dieser Versuch letzten Endes abzielte, hinreichend zu begründen. Überdies lassen sich die einzelnen Stämme ihrer Pathogenität nach nicht in scharf voneinander getrennte Klassen einordnen, so daß auch nach quantitativen Gesichtspunkten nicht von Individuengruppen, die man als Rassen bezeichnen könnte, die Rede sein kann. Die Unterschiede, welche sich durch das Experiment ergaben, sind m. E. vielmehr als rein individuell anzusehen.

e) *Alternaria* im Zusammenhang mit der „Braunspitzigkeit“ der Getreidekörner.

Die bereits im Zusammenhang mit *Cladosporium* erwähnte „Braunspitzigkeit“ der Getreidekörner (S. 365—366) ist in ihren Ursachen noch nicht einwandfrei geklärt. Lopriore (1894, S. 1000) und D'Ippolito (1903, S. 1012) nehmen an, daß *C. herbarum* die Ursache dieser Krankheitserscheinung sei. Bolley (1912 und 1913,

zitiert nach Miège 1930, S. 335), Peyronel (1926, S. 17), Curzi (1926, S. 136), Miège (1930, S. 334) und Rosella (1930, S. 341) konnten von erkrankten Getreidekörnern häufig *Alternaria*-Arten isolieren. Sie fällen jedoch kein Urteil darüber, ob die Pilze „*Braunspitzigkeit*“ erzeugen können. Henry (1924, S. 17) kommt auf Grund von Infektionsversuchen zu dem Ergebnis, daß weder *Cladosporium* noch *Alternaria* verantwortlich ist.

Zur Nachprüfung dieser Frage infizierte ich junge Getreidekörner mit einer Konidienaufschwemmung von *Alternaria* „H 3“ bzw. von *Alternaria* von Freilandpflanzen, oder ich beimpfte sie mit Agar + Myzel des Stammes „N“.

Die Infektionen wurden in folgender Anzahl ausgeführt:

- a) *Alternaria* „H 3“, Konidien in Weizenblattdekot, auf 40 Körner von Weizen.
- b) *Alternaria* „H 3“, Konidien in Weizenblattdekot, auf 40 Körner von Gerste.
- c) *Alternaria*, Freilandkonidien in Weizenblattdekot, auf 40 Körner von Weizen.
- d) *Alternaria*, Freilandkonidien in Weizenblattdekot, auf 40 Körner von Gerste.
- e) *Alternaria* „N“, Agar + Myzel, auf 56 Körner von Weizen.
- f) *Alternaria* „N“, Agar + Myzel, auf 26 Körner von Gerste.

Zur Kontrolle wurden folgende Impfungen ausgeführt:

1. Weizenblattdekot auf 10 Körner von Weizen.
Weizenblattdekot auf 10 Körner von Gerste.
2. Agar auf 8 Körner von Weizen.
Agar auf 5 Körner von Gerste.

Der Versuch lief vom 14. 9. bis 22. 9. 1931 bei Zimmertemperatur.

Die Infektion trat in allen Fällen ein. Sie vollzog sich teilweise ähnlich der bei *Cladosporium* beschriebenen (s. S. 365/366). Das Myzel drang ebenfalls zwischen die Zellen des Pericarps ein und breitete sich auf dem Wege durch die Tüpfelkanäle über die ganze Zellschicht aus, ohne durch die Testa in das Endosperm einzudringen. In einigen Fällen war jedoch im Gegensatz zu *Cladosporium* eine Ausbildung von Zelluloseseiden zu beobachten, wie sie ähnlich bei den Blattinfektionen mit *Alternaria* auftrat. Die Kontrollen zeigten keine Infektion.

Bezüglich der Frage, ob *Alternaria* als Erreger der „*Braunspitzigkeit*“ gelten kann, muß ich zu dem gleichen Ergebnis kommen wie bei *C. herbarum*. Wenn der Pilz auch Zelluloseseiden ausbildete, so riefen doch diese nur ganz geringe lokale Veränderungen der Zellwände hervor, bräunten aber nicht größere Partien des Pericarps.

VI. Die wirtschaftliche Bedeutung der Schwärzepilze.

Die hier untersuchten *Cladosporium*-Stämme erwiesen sich dem Getreide gegenüber als reine *Saprophyten*. Damit erscheint eine wirtschaftliche Bedeutung zunächst ausgeschlossen. Die *Alternaria*-Stämme hingegen konnten als reine *Pertophyten* auf den Pflanzen leben. Sie erzeugten jedoch nur mikroskopisch sichtbare Flecke und riefen keine weiteren tiefgreifenden Veränderungen im Gewebe hervor. Somit scheint auch den *Alternarien* keine wirtschaftliche Bedeutung zuzukommen.

Ob die *Schwärzepilze* wirtschaftlich vollständig bedeutungslos sind, ist damit aber noch nicht entschieden. Es müßte vielmehr durch vergleichende Untersuchungen festgestellt werden, ob die in anderen Ländern als *Schwärzepilze* in Frage kommenden Arten nicht nur morphologisch sondern auch biologisch und vor allem parasitologisch mit den hier untersuchten identisch sind.

Eine wirtschaftliche Bedeutung kann den Schwärzepilzen nur indirekt zugesprochen werden, insofern, als sie die Getreidekörner schwärzen und dadurch deren Kaufwert herabsetzen.

VII. Zusammenfassung.

1. Die *Schwärze* des Getreides wird in ihrer Erscheinungsform durch die charakteristische olivgrüne Farbe eines endophytisch und ektophytisch wachsenden Pilzkörpers bestimmt und tritt makroskopisch als schwärzlicher Überzug in Erscheinung. Sie kann an allen Teilen der Pflanze auftreten.

2. In Schleswig-Holstein finden sich unter den die Schwärze erzeugenden Pilzen die Gattungen *Cladosporium* Link und *Alternaria* Nees weitaus am häufigsten vertreten. Sie befallen alle vier Hauptgetreidearten.

3. Die *Cladosporium*-Stämme waren reine *Saprophyten*. Die *Alternaria*-Stämme dagegen erwiesen sich als *Pertophyten*. Ihr Myzel erzeugte mikroskopisch sichtbare Flecken am Getreide. Zur Ausbildung makroskopischer Flecken kam es nur nach *saprophytischer* Ernährung.

4. Der Polymorphismus bei *C. herbarum* beruht auf einer von äußeren Bedingungen unabhängigen Vielgestaltigkeit innerhalb der gleichen Art. Eine direkte Wechselbeziehung zwischen *Cladosporium* und *Hormodendron* besteht nicht.

5. *C. herbarum* ist eine Sammelart, die sich aus einer Reihe morphologisch und physiologisch differenter Rassen zusammensetzt.

6. Die *Alternaria*-Stämme konnten in die Arten *A. tenuis*, *A. peglionii* und *A. circinans* eingereiht werden. Ihre Unterschiede waren zu tiefgreifend, als daß diese Arten als Rassen der gleichen Art angesprochen werden könnten. Innerhalb der Arten *A. tenuis* und *A. peglionii* konnten keine Rassen nachgewiesen werden.

7. Die Schwärzepilze des Getreides sind im allgemeinen wirtschaftlich nicht von Bedeutung. Sie können höchstens den Kaufwert des Korns herabsetzen.

VIII. Schriftenverzeichnis.

Berichte über Landwirtschaft 1905/1912.

Jahresberichte des Sonderausschusses für Pflanzenschutz, 1893/1904.

Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 1920 u. ff.

Appel, O. und J. Westerdijk, Die Gruppierung der durch Pilze hervorgerufenen Pflanzenkrankheiten. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten **24**, 1919, S. 176—186.

Bancroft, C. K., Researches on the life-history of parasitic fungi. Annals of Botany **24**, 1910, S. 359/372.

De Bary, A., Über einige Sklerotinen und Sklerotienkrankheiten. Botanische Zeitung **44**, 1886, S. 377/404, 410/426, 434/441, 450/461, 466/474.

Benecke, W. und L. Jost, Pflanzenphysiologie 4. Auflage, Band I, Jena 1924.

Bennet, F. T., On *Cladosporium herbarum*: The question of its parasitism and its relation to „thinning out“ and „deaf ears“ in wheat. Annals of applied Biology **15**, 1928, S. 191/212.

Bockmann, H., Ein Beitrag zur Biologie und wirtschaftlichen Bedeutung des Erregers der Braunfleckigkeit des Weizens: *Macrophoma hennebergii* (Kühn). Angew. Botanik **14**, 1, 1931, S. 79/86.

Blackmann, V. H. und E. J. Welsford, Studies in the physiology of parasitism. II. Infection by *Botrytis cinerea*. Annals of Botany **30**, 1916, S. 389 bis 398.

Bolle, P. C., Die durch Schwärzepilze (Phaeodictae) erzeugten Pflanzenkrankheiten. Meded. Phytopath. Lab. W. C. Scholten 1924, 77 S.

* Bolley, H. L., Root diseases of cereals and soil studies. North Dakota agricultural experimental Station 1912, S. 3/80, 1913, S. 3/40.

Brooks, F. T. u. C. G. Hansford, Mould growth upon cold store meat. Transactions British Mycological Society **8**, 1923, S. 113/141.

Cohn, F., Kornbrand. Der Landwirth. Allgemeine landwirtschaftliche Zeitung, Breslau **21**, Juli 1876, S. 303.

Curzi, D. M., La puntatura delle cariossidi di frumento e una nuova specie di *Alternaria*. Rivista di patologia vegetale **16**, 1926, S. 125/136.

Elliot, J. A., Taxonomic characters of the genera *Alternaria* and *Macrosporium*. American Journal of Botany **4**, 1917, S. 439/475.

- Eriksson, J., Die Pilzkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturgewächse. Stuttgart 1926, S. 172/176.
- Fischer, E. und E. Gäumann, Biologie der pflanzenbewohnenden parasitischen Pilze. Jena 1929.
- Franck, A. B., Die Krankheiten der Pflanze. Breslau 1896.
- Frohberg, A., Ein Beitrag zur Bekämpfung des *Fusarium*- und Schwärzefalls beim Roggen. Deutsche landwirtschaftliche Presse **54**, 1927, S. 488.
- Gentner, G., Schädigungen des Haferkorns durch Mikroorganismen und die Fritfliege. Praktische Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz III, 1925, S. 6/9.
- * Grintescu, J., Le noir des blés en Roumaine. Bull. Soc. Stiinte Cluj. I, **3**, 1923, S. 292/295. Ref.: Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten **34**, 1924, S. 66.
- Haberlandt, F., Rußtau des Roggens. Fühlings landwirtschaftliche Zeitung 1878, S. 744/748.
- Henry, A. W., Root-rots of wheat. University of Minnesota. Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin **22**, 1924, S. 3/71.
- Hülsenberg, H., Beschädigung der Getreideähren durch Schneeschimmel Schwärze, Braunfleckigkeit und Fußkrankheiten. Landwirtschaftliche Wochenschrift der Provinz Sachsen u. Anhalt **30**, 1928, S. 632/633.
- D'Ippolito, G., Sulla puntatura del frumento. Le stazioni sperimentali agrarie italiane **35**, 1903, S. 1009/1014.
- Janczewski, E., Recherches sur le *Cladosporium herbarum* et ses compagnons habituels sur les céréales. Bulletin de l'Académie des sciences de Cracovie 1894, S. 187/208.
- Janke, A. und H. Zikes, Arbeitsmethode der Mikrobiologie. Dresden und Leipzig 1928.
- Johnson, E. C., A study of some imperfect fungi isolated from wheat, oat, and barley plants. Journal of agricultural research **1**, 6, 1913 1914, S. 475—489.
- Jungner, I. R., Über den klimatisch-biologischen Zusammenhang einer Reihe von Getreidekrankheiten während der letzten Jahre. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten **14**, 1904, S. 321/347.
- v. Kirchner, O., Schwärze des Getreides. Die Krankheiten und Beschädigungen unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Stuttgart 1923, S. 29.
- Klebahn, H., Haupt- und Nebenfruchtformen der Ascomyceten. 1. Teil. Leipzig 1918.
- Kühn, J., Rußtau oder Rauchbrand des Roggens. Fühlings landwirtschaftliche Zeitung 1876, S. 734/736.
- Küster, E., Pathologische Pflanzenanatomie. Jena 1926.
- Laurent, M. E., Recherches sur le polymorphisme du *Cladosporium herbarum*. Annales de l'Institut Pasteur II, 1888, S. 558/566 und 581/603.
- Lopriore, G., Die Schwärze des Getreides. Landwirtschaftliches Jahrbuch **23**, 1894, S. 969/1008.
- Michaelis, L., Praktikum der Physikalischen Chemie, insbesondere der Kolloidchemie. Berlin 1926.
- Miège, E., Le mouchetage des grains de blé. Revue de pathologie végétale et d'entomologie agricole **18**, 7, 1930, S. 262/337.
- Molz, E., *Fusarium* und Schwärzefall der diesjährigen Getreideähren und seine Bedeutung für die nächstjährige Ernte. Deutsche Landwirtschaftliche Presse **54**, 1927, S. 704/705 und S. 734.

- Münch, E., Über einige Grundbegriffe der Phytopathologie. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten **39**, 1929, S. 276/286.
- * Peglion, V., Chicchi di frumento colla punta annerita. L'Agricoltura Ferrarese VI, 1901, S. 236.
- Peyronel, B., La puntatura dello scudetto nelle cariossidi del frumento. Bolletino della R. Stazione di patologia vegetale **6**, 1926, S. 10/25.
- Rabenhorst, L., Kryptogamen I. Pilze 8 u. 9, Hyphomycetes. Leipzig 1907.
- Rands, R. D., The production of spores by *Alternaria solani* in pure culture. Phytopathology **VII**, 1917, S. 316/317.
- Reckert, J., Der *Fusarium*- und Schwärzebefall der diesjährigen Getreideernte und seine Bedeutung für die nächstjährige Ernte. Deutsche landwirtschaftliche Presse **54**, 1927, S. 704/705.
- Roeming, W., Schwärze des Getreides. Nassauer Land **102**, 1920, S. 317.
- Rosella, E., Quelques observations sur la moucheture des céréales. Revue de pathologie végétale et d'entomologie agricole **17**, 1930, S. 338/344.
- Saccardo, P. A., Sylloge fungorum omnium **4**, Hyphomycetes 1886.
- Sallans, B. J., *Alternaria* studies. Division of Botany. Report of the Dominion Botanist H. T. Güssow. For the year 1929, S. 100/108.
- Schostakowitsch, W., Über die Bedingungen der Konidienbildung bei Rußtaupilzen. Flora **81**, 1895, S. 362/393.
- Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Berlin 1874.
- , Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 5. Auflage, Bd. 2, 1. Teil., Berlin 1928.
- Spangler, R. C., *Cladosporium fulvum*. Botanical Gazette **78**, 1924, S. 349/352.
- Stakman, E. C., Leitsätze zum Kolleg Phytopathologie II, 1 u. 2. Halle, Wintersemester 1930/31, 32 S.
- Louise I., Some fungi causing root and foot rots of cereals. Research publications of the University of Minnesota **4**, 1923, S. 139—161.
- Stevens, F. L., The *Helminthosporium* foot-rot of wheat, with observations on the morphology of *Helminthosporium* and the occurrence of saltation in the genus. Bull. of the Natural History Survey **14**, V. State of Illinois 1922, S. 76/185.
- v. Thümen, F., Neue Beobachtungen über die sogenannte Schwärze des Getreides. Fühlings landwirtschaftliche Zeitung 1886, S. 606/609.
- Ward, H. M., Recent researches on the parasitism of fungi. Annals of Botany **19**, 1905, S. 1/54.
- Young, P. A., Penetration phenomena and facultative parasitism in *Alternaria*, *Diplodia* and other fungi. Botanical Gazette **81**, 1926, S. 258/279.

Die mit * bezeichneten Literaturquellen waren dem Verfasser im Original nicht zugänglich.

Methode zur Untersuchung der Wirkung von antiseptischen Mitteln auf holzerstörende Pilze.

Von

B. C. Flerov und C. A. Popov.

Mit 3 Abbildungen.

Als hauptsächlichstes Mittel zur Bekämpfung der holzerstörenden Pilze findet die Konservierung des Holzes durch Einführung von für die Pilze giftigen, antiseptischen Mitteln in der letzten Zeit eine immer größere Verbreitung. Anfangs wurde eine solche Konservierung fast ausschließlich zur Verhütung der Fäulnis bei Eisenbahnschwellen und Pfosten verwendet; jetzt findet sie allmählich auch Anwendung in allen Fällen, bei denen nach den Umständen der Arbeit das Verfaulen als hauptsächlichster Grund bei der Unbrauchbarwerdung des Materials erscheint. Bei der Errichtung von Häusern, für die Holzteile der verschiedensten Bauten, für die Auszimmerung der Bergwerke, für Holzschiffe, Waggons und selbst für Flugzeuge wird zurzeit die Konservierung des Holzes in verschiedenem Maße angewendet. Die verschiedensten Bedingungen, unter denen das konservierte Holz in den neuen Gebieten seiner Verwendung ausdauern soll, stellen immer neue erhöhte Anforderungen an die Antiseptika; die alten, schon lange im Gebrauch stehenden Mittel müssen verbessert, neue Mittel müssen gefunden werden. Diese Bestrebungen, die alten Mittel zu verbessern und neue verbesserte zu finden, verlangen vor allem eine Prüfungsmethode, durch welche nicht nur festgestellt wird, ob dieses oder jenes Antiseptikum auf die Pilze toxisch wirkt, sondern auch mit einem genügenden Grad von Genauigkeit der Grad dieser Giftigkeit bestimmt werden kann. Ohne im einzelnen alle Methoden zu besprechen, mit deren Hilfe festgestellt werden kann, ob das Antiseptikum allen Anforderungen der Praxis entspricht, soll in dieser Arbeit nur die Methodik zur Prüfung der Giftwirkung behandelt werden.

Es ist natürlich, daß diese für die Praxis wichtige Frage schon lange die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich lenkt und eine große Literatur hat. Jedoch bei einem Versuch, dieses Material zusammenzufassen, stößt man gleich auf große Schwierigkeiten und Unklarheiten selbst bei der Zusammenstellung von

Material über alte, schon lange in Gebrauch stehende Antiseptika. Bei einer ausführlichen Behandlung dieser Frage muß in erster Linie Folgendes festgestellt werden:

1. Die Prüfungsmethode ist bei vielen Autoren verschieden.
2. Die Prüfungsmethoden sind „künstlich“, d. h. die Untersuchung der Wirkung des Antiseptikums auf die Pilze wird unter Bedingungen vorgenommen, die von den natürlichen Umständen der Holzzerstörung durch diese Pilze derart abweichen, daß ihre Resultate keinerlei sichere Charakterisierung der absoluten oder relativen Giftigkeit des Antiseptikums geben. Diese Resultate müssen von vornherein nur als sehr bedingt angesehen werden.
3. Die Angaben über die gleichen Antiseptika bei verschiedenen Autoren weichen in hohem Maße voneinander ab.

Zwecks Bestätigung unserer ersten Behauptung genügt es, die von Weiß gegebene Zusammenfassung durchzumustern. Aus ihr ist zu ersehen, daß die Versuche auf agarisierten oder gelatinierten künstlichen Nährböden ausgeführt wurden, wobei die Wirkung der antiseptischen Mittel in einigen Fällen an *Penicillium*, in anderen an *Coniophora*, dann an *Fomes* usw. geprüft wurde. Wenn hier noch hinzukommt, daß einige Autoren die Antiseptika auf kombinierten Medien erprobten, auf agarisiertem Medium mit Holz, andere auf Sägespänen, auf gepreßten Holzfasern, oder endlich direkt auf Holz, so sind die Unstimmigkeiten der Methoden augenscheinlich.

Ohne vorläufig die Rolle des Nährmediums zu berühren, die bei der Analyse der zweiten Behauptung besprochen werden soll, wollen wir die Bedeutung der Auswahl des Pilzes für die Versuche betrachten. Einige Verfasser arbeiteten mit *Penicillium*, da dieser Pilz gegen die Wirkung der Antiseptika sehr unempfindlich ist und außerordentlich leicht auf dem Medium wächst. Es braucht kaum bewiesen zu werden, daß die Resultate solcher Versuche höchst zweifelhaft sein werden, wenn sie zur Beurteilung der gegen die Holzzerstörung und gegen echte holzzerstörende Pilze zu gebrauchenden Mittel verwendet werden sollen, denn *Penicillium* selbst zerstört kein Holz. Tatsächlich kommt man bei Versuchen mit diesem Pilz zu dem genügend absurden Schluß, daß Fluornatrium weniger giftig ist als Chlorzink.

Es ist selbstverständlich, daß die an *Penicillium* erhaltenen Resultate nicht auf die holzzerstörenden Pilze übertragen werden können.

Weiter ist festzustellen, daß besonders oft *Coniophora* und *Fomes annosus* für die Versuche genommen wurden, wobei der erste besonders bei den europäischen Forschern beliebt ist, der zweite bei den amerikanischen. Jeder der beiden Pilze hat ohne Zweifel große Vorzüge bei den Versuchen, nur ist es schwer, die an beiden Pilzen gewonnenen Resultate in Übereinstimmung zu bringen.

Außerdem geben nicht nur verschiedene Gattungen und Arten einen physiologischen Unterschied, sehr oft geben auch Pilze derselben Art verschiedene Resultate. Der Grund dieser Verschiedenheit muß in der Existenz biologischer Rassen bei der gleichen Pilzart gesucht werden; das ist bei vielen Pilzgruppen genügend bekannt, so besonders bei den Brand- und Rostpilzen sowie bei den Peronosporaceen, die alle in dieser Hinsicht besonders gut untersucht sind. Es ist zurzeit schon sicher festgestellt, daß viele Pilze der genannten Gruppen sowohl geographische als auch Sortenrassen geben. Es ist natürlich anzunehmen, daß auch unter den holzerstörenden Pilzen, die in dieser Richtung noch wenig untersucht sind, eine große Menge biologischer Rassen vorhanden sind. Die Arbeit von Liese gibt in dieser Hinsicht interessantes Material; eine Reihe von Kulturen der gleichen Pilzart, die von verschiedenen Stellen genommen und vom Verfasser bei Versuchen über die Schnelligkeit der Holzerstörung verwendet wurden, gab sehr abweichende Resultate.

Nicht weniger interessant sind die Resultate der Versuche mit *Merulius lacrymans* aus unserem mykologischen Laboratorium.

Tabelle 1.

Antiseptikum	Grenzdosierung in % für die Kultur <i>Merulius</i> Na	Grenzdosierung in % für die Kultur <i>Merulius</i> Nc	Medium
Kreosot N 1 . .	0,2	0,05	} Agarisierter Malzextrakt
" N 3 . .	0,3	0,1	
" N II . .	0,5	0,2	
" N E . .	0,8	0,3	
" N 4 . .	0,8	0,3	

Aus Tabelle 1 ist zu ersehen, daß *Merulius lacrymans*, der aus verschiedenen Kulturen entnommen ist, teils stärker, teils schwächer erschien.

Die Praxis der Laboratoriumsarbeit bei der Prüfung der Antiseptika zeigt oft, daß viele Pilze nach längerer Kultur auf künstlichen Nährböden zu degenerieren beginnen und ihre physiologischen Eigenschaften ändern. Der gleiche Pilz reagiert auf das Antiseptikum verschieden, je nachdem, ob er gerade erst isoliert ist oder schon länger kultiviert wird. Gut bekannt ist auch die Tatsache, daß viele holzerstörende Pilze nach längerer Kultur auf künstlichen Nährböden ihre Aktivität verlieren und das Holz schlecht zerstören. Um ihre natürlichen Eigenschaften als energische Holzzerstörer zurückzugewinnen, müssen sie wieder an das Holz „gewöhnt“ werden. Wie bekannt, kann der Pilz mit Hilfe von Fermenten verschiedene Verbindungen aufnehmen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß, wenn der Pilz längere Zeit eine bestimmte Verbindung aufzunehmen verhindert ist, das Myzel die betreffenden Fermente nicht ausnützt. Die aufgezeigte Verschiedenheit in dem Verhalten der gleichen Pilzart kann bei der Einwirkung der Antiseptika auch zu einer sehr ungleichartigen Beurteilung dieser Mittel führen.

Bei der Besprechung des zweiten Satzes — über die „Künstlichkeit“ der Prüfungsmethoden betreffs der Giftigkeit der Antiseptika — muß zuerst die Prüfungsmethode auf speziellen Nährböden, z. B. auf agarisiertem Malzextrakt — und Gelatinemedien, betrachtet werden. Auf diese Weise wurde und wird noch bis heute die Mehrzahl der Untersuchungen über die Giftwirkung der Antiseptika ausgeführt. Als Beispiele können die Arbeiten von Malencovic, Netsch, Falck, Humphrey und Flemming, Bateman, Dehnst, Smitz und Zeller angeführt werden, ferner von Makrinov und Strohbindner, Popov, Flerov und Schemachanova, Wanin und Kopytkovskij.

Die Untersuchungsmethode der verschiedenen Autoren zeigt einige Unterschiede, besteht aber im ganzen in Folgendem: das Nährmedium wird in Probierrgläser oder Petrischalen ausgegossen und eine bestimmte Menge des zu prüfenden Antiseptikums zugesetzt. Hernach werden die Nährböden mit dem Antiseptikum sterilisiert. Manchmal wird die Versuchsanordnung so geändert, daß das Antiseptikum erst nach der Sterilisation zugesetzt wird. Auf das erkaltete und erhärtete Medium wird die Reinkultur des Pilzes ausgesät, mit Hilfe dessen die Giftwirkung geprüft werden soll. Der Grad der Giftwirkung des Antiseptikums wird nach der Art und Schnelligkeit des Pilzwuchses beurteilt. Die Resultate

sind um so genauer, je geringer der Mengenunterschied des zugesetzten Antiseptikums in den verschiedenen Gefäßen ist. Die Untersuchung wird gewöhnlich 30 Tage fortgesetzt, danach wird die hemmende Dosis und die Grenzdosis festgestellt. Einige Verfasser, so Bateman, wenden der wachstumshemmenden Dosis eine besondere Aufmerksamkeit zu.

Die Prüfung der im Wasser löslichen Antiseptika ist sehr einfach. Das gelöste Antiseptikum wird den Gefäßen mit Nährboden in der notwendigen Menge zugesetzt und ganz gleichmäßig in ihnen verteilt. Ölige im Wasser unlösliche Antiseptika können bei gewöhnlicher Vermischung nicht gleichmäßig in dem Nährmedium verteilt werden. Da aber eine gleichmäßige Verteilung die Hauptvoraussetzung für die Richtigkeit der Resultate ist, müssen sie in Emulsion gebracht werden.

Das wird meistens nach dem Verfahren des Laboratoriums von Rütgers ausgeführt. Das ölige Antiseptikum wird mit dem Emulsator, z. B. mit Kolophoniumseife (50 %) vermischt, diese Mischung wird bis zu 70—80° C erwärmt, durchgerührt, und es wird ihr allmählich, bei ständigem Umrühren Wasser von 90° C bis zu der notwendigen Konzentration zugesetzt. Als Emulsator wird zuweilen statt der Kolophoniumseife auch Gummi-Arabicum, Gelatine, Eiweiß u. a. verwendet. Eine richtig hergestellte Emulsion ist genügend stabil und vermischt sich gut mit dem Nährmedium.

Aber lange nicht alle öligen Antiseptika geben gute Emulsionen: viele, besonders die schweren Öle, geben selbst bei größerer Menge des Emulsators keine gute Emulsion. Ungenügende Emulsionen bekommt man auch bei ihrer Herstellung mit einer großen Menge des öligen Antiseptikums, so bei Ölen mit geringer Toxinwirkung wie bei Mischungen von Kreosot und Masut. Nach einem anderen Verfahren wird die Emulsion ohne Zusatz eines Emulsators hergestellt. Das agarisierte Nährmedium wird nach der Sterilisierung und nach Zusatz des Antiseptikums noch heiß und flüssig in besondere Schüttelmaschinen gestellt: die häufigen Schüttelstöße geben dem Antiseptikum die Möglichkeit, sich gleichmäßig in dem Medium zu verteilen. Die Methode hat den Vorzug, daß kein Emulsator eingeführt zu werden braucht. Aber auch sie gibt nicht die Möglichkeit, alle Schwierigkeiten bei der Verwendung größerer Ölmengen und bei der Arbeit mit schweren Ölen zu umgehen. Der Erfolg des Verfahrens hängt davon ab, ob die Verteilung in dem noch heißen und flüssigen Medium vorgenommen wird und

wie schnell die Abkühlung erfolgt. Um eine schnelle Abkühlung und Erhärtung zu erreichen, werden die Petrischalen gleich nach der genügenden Umrührung auf Eis gestellt. Etwas bessere Resultate bekommt man bei Verwendung von speziellen Homogenisatoren, die bei hohem Druck arbeiten; doch hat diese komplizierte Methode keine große Verwendung gefunden.

Beim Analysieren der Versuchsbedingungen auf künstlichen Nährböden muß festgestellt werden, daß dieses Medium 1. sowohl nach seinem Bau als auch nach seiner chemischen Zusammensetzung vom Holz ganz verschieden ist und dann 2. beim Untersuchen öligler Antiseptika diese als Emulsion eingeführt werden, was auch gänzlich von den Umständen abweicht, unter denen die Antiseptika das Holz vor der Fäulnis bewahren. In den Fällen, in denen die Emulsion der öligen Antiseptika durch Zusatz eines Emulsators geschieht, wird noch ein Faktor eingeführt, der in der Praxis der Holzkonservierung fehlt.

Das Faulen des Holzes und die konservierende Gegenwirkung der Antiseptika sind beides komplizierte biochemische Prozesse, deren genaues Bild bis jetzt noch nicht bekannt ist. Deswegen wird durch die Ersetzung des Holzes durch ein künstliches Nährmedium mit gänzlich abweichenden physikalisch-chemischen und strukturellen Eigenschaften eine Bedingtheit in die Resultate hereingetragen, deren Grad dazu auch noch unbekannt ist. Die Einführung von öligen Antiseptika in Emulsion ohne genaue Bestimmung des Dispersionsgrades vergrößert die nur bedingte Richtigkeit der Resultate noch mehr. Bei der Kompliziertheit und ungenügenden Durcharbeitung der Frage ist es unmöglich, eine endgültige Beurteilung über die Art der Dispersion im Medium bei der Untersuchung der Toxinwirkung zu geben; eine Reihe von Daten spricht aber dafür, daß die Einführung des Antiseptikums als Emulsion die Toxinwirkung bedeutend verändert und somit auch die Versuchsergebnisse stark verzerrt. Auch die Anwesenheit des Emulsators kann sich bei der Bestimmung der Toxinstärke auswirken. Die Mängel dieser Methode sind also ganz augenscheinlich.

Die Vorzüge der Methode bestehen in der Schnelligkeit und Einfachheit der Untersuchung, in der guten Verteilung der löslichen Antiseptika mit Ausnahme der oben erwähnten öligen. Trotzdem kann man sich nicht mit den Forschern einverstanden erklären, die wie Richards meinen, daß bei den Mängeln der

Methoden zur Untersuchung der Holzantiseptika und bei der nur bedingten Richtigkeit der Laboratoriumsresultate dasjenige Verfahren zu wählen sei, bei dem der Pilz am schnellsten wächst, d. h. die Methode des künstlichen Nährbodens. Als die Technik der Holzkonservierung es nur mit verhältnismäßig wenigen, längst bekannten Antiseptika zu tun hatte, so mit Kreosotöl, Chlorzink, Fluornatrium und einigen anderen, deren toxische Wirkungen durch eine langjährige Praxis ihrer Verwendung geprüft und die stets im Überschuß in das Holz eingeführt wurden, konnte man sich mit den Mängeln der oben beschriebenen Methode noch abfinden. Als aber in die Konservierungspraxis eine Reihe von neuen antiseptischen Mitteln eingeführt wurde, so z. B. eine Mischung von Kreosot und Masut, deren Toxinwirkung sicher herabgesetzt ist, oder als die kombinierten Antiseptika sich immer mehr durchsetzten, auch nach neuen Mitteln für neue Gebiete gesucht werden mußte, da erwies sich das Verfahren auf künstlichem Nährboden als unfähig, genügend deutliche Antworten auf die gestellten Fragen zu geben.

Eine spezielle Konferenz, die in Berlin-Dahlem zur Beratung der Fragen über die beste Methodik der Antiseptikum-Untersuchung einberufen wurde, kam zu dem endgültigen Schluß, daß für mehr oder weniger genaue Resultate die Agar-Kulturen nicht verwendbar sind. Sie sollen bloß zur orientierenden Untersuchung der Antiseptika und zur Beantwortung der Frage, ob sie giftig seien oder nicht, benützt werden.

Die Hauptschwierigkeiten bei der Untersuchung des Holzes bestehen darin, daß 1. das Antiseptikum nur schwer gleichmäßig und in beliebiger Menge in das Holz eingeführt werden kann und daß 2. der Pilz auf dem Holz nicht so leicht Wurzel faßt und sich entwickelt wie auf künstlichem Medium. Zwecks Umgehung der ersten Schwierigkeit werden zur Untersuchung entweder kleine, leicht zu tränkende Stücke des Splintholzes genommen, oder spezielle Täfelchen durch Pressung aus vorher zerkleinertem Holz angefertigt oder endlich einfach Sägespäne benützt. Bei der Untersuchung von wasserlöslichen Antiseptika werden diese ohne jede Schwierigkeit durch Einweichen des Holzes in einer Lösung von bestimmter Konzentration eingeführt. Das Wiegen des Objektes vor und nach dem Einweichen gibt die Möglichkeit, die Menge der aufgenommenen Lösung zu bestimmen: durch Multiplizieren dieser Menge mit der Konzentration der Lösung bekommt man die Menge

des in das Holz eingeführten Antiseptikums. Durch Teilen der Menge des Antiseptikums durch das ursprüngliche Gewicht des Objekts (mit Berücksichtigung seines Wassergehaltes) und nach Multiplizieren mit 100 erhält man den Gehalt des Antiseptikums im Holz in Prozenten.

Indem man die Konzentration der Lösung ändert, kann man beim Einweichen des Holzes die Menge des eingeführten Antiseptikums in weiten Grenzen verändern.

Bei Untersuchung von öligen Antiseptika ist die Frage nicht so leicht zu lösen; beim Durchtränken der Probe wird immer viel Antiseptikum im Holze bleiben, deswegen wird es nicht möglich sein, den Grad der Toxinwirkung des Antiseptikums zu bestimmen. Um in das Holz geringe Dosen des Antiseptikums einzuführen und gleichmäßig zu verteilen, ist es notwendig, es vorher in einem stark flüchtigen Mittel zu lösen. Durch Variieren der Konzentration des öligen Antiseptikums kann seine Einführung in das Holz bis zu jeder beliebig geringen Menge dosiert werden. Als Lösungsmittel werden gewöhnlich Benzol, seltener Alkohol und Äther verwendet.

Nach der Tränkung werden die Proben an der Luft gelassen, damit das Lösungsmittel sich verflüchtigt. Spezielle Versuche, von verschiedenen Forschern ausgeführt, haben gezeigt, daß unter diesen Bedingungen das Lösungsmittel keinen Einfluß auf die Resultate hat. Trotzdem ist die Verwendung von Lösungsmitteln bei der Untersuchung der öligen Antiseptika nicht wünschenswert.

Nach Verflüchtigung des Lösungsmittels werden die Proben gewöhnlich auf einen schon vorher hergestellten Nährboden gelegt, auf dem der Pilz kultiviert ist; gleichzeitig wird eine Kontrollprobe von gleicher Größe ausgelegt. Nach dem Charakter der Entwicklung des Pilzes auf der Probe und nach ihrer Zerstörung wird über die Toxinwirkung des Antiseptikums geurteilt. Der Nährboden ist bei verschiedenen Autoren verschieden. Malencovic machte seine Kulturen auf sterilem Brot, Netsch benutzte Gelatine-Medien, Falck agarisierten Malz-Extrakt. Zuweilen werden die Proben nicht direkt auf den infizierten Nährboden gebracht, sondern auf eine Unterlage aus sterilem Filtrierpapier; Falck legt sie auf Glasplatten. Dank dieser Vorsichtsmaßnahme wird das Antiseptikum nicht in den Nährboden ausgewaschen und die Diffusion des Nährmediums in das Holz verhindert. Smitz und Zeller lösten das Antiseptikum bis zur notwendigen Kon-

zentration in Alkohol und vermischten es dann mit Sägespänen. Zur Verflüchtigung des Alkohols aus den Sägespänen wurden diese für 24 Stunden auf offenen Tellern ausgeschüttet. Reeves schlug vor, die Versuche mit gepreßten Platten aus Holzmehl, das vorher mit einer Lösung des öligen Antiseptikums in Benzol getränkt wird, auszuführen. Damit das Benzol verdunsten könnte, wurde das Mehl nach der Durchtränkung in dünner Schicht auf einem Uhrglas ausgeschüttet und etwa 24 Stunden bei Zimmertemperatur gelassen. Dann wurde das zerkleinerte Holz mit Wasser benetzt, in eine Petrischale geschüttet und leicht zusammengepreßt, um eine glattere Oberfläche zu bilden. Die Infektion der gepreßten Platte wurde mit Hilfe eines kleinen Stückchens agarisierten Mediums mit darauf entwickeltem Pilz ausgeführt, wonach die Petrischale bis zum Ende des Versuchs in einen Termostat gestellt wurde. Rhodes und Gardner schlugen vor, die Methodik von Reeves etwas zu verändern. In gleicher Weise hergestellte Plättchen legen sie auf agarisierte Nährböden in Petrischalen, in denen sich ein schon früher ausgesäter Pilz entwickelt hat. Nach dem Wachstum des Pilzes auf der Platte wird über die Giftigkeit des Antiseptikums geurteilt. Damit das Antiseptikum in der Petrischale nicht verdunstet, wird sie mit einem Uhrglas zugedeckt und in ein Gefäß mit Wasser von 25° C gestellt. Das Wasser in der Wanne muß so hoch stehen, daß es den unteren Rand des Uhrglases erreicht. Snell führte die Versuche auf dünnen Holzscheiben aus, die mit dem Antiseptikum getränkt waren. Die Scheiben waren so ausgeschnitten, daß sie gerade in die Petrischalen paßten (100 mm Durchmesser). Auf den Grund der Schale wurde steriles nasses Filtrierpapier gelegt, darauf zwei dünne sterilisierte Holzplättchen und darauf dann die oben erwähnte Holzscheibe.

In den Arbeiten des japanischen Forschers Takashi Tamura, die speziell der Antiseptikum-Untersuchung gewidmet sind, wird eine neue, von ihm ausgearbeitete Methode angeführt. Sie ist ziemlich kompliziert und besteht darin, daß die für die Untersuchung des Antiseptikums bestimmten Holzstückchen in drei Teile zersägt werden, von denen zwei Teile mit dem Antiseptikum getränkt werden, während das mittlere Stück ungetränkt bleibt. Die Teile werden dann wieder nach ihren Schnittflächen zusammengelegt und zusammengebunden, wobei die äußeren Teile von einer Seite etwas hervorragen. Die so zusammengebundenen Holzstück-

chen werden auf den Agar-Nährboden mit schon entwickeltem Pilz gestellt; nach dem Wachstum des Pilzes auf dem getränkten und auf dem ungetränkten Teil kann man die Toxinwirkung des Antiseptikums beurteilen. Bei der Arbeit mit öligen Antiseptika benützt Takaschi Tamura als Lösungsmittel Äther mit Alkohol.

Die angeführten Methoden sind nur die besonders charakteristischen, sie erschöpfen die Liste nicht. Die große Zahl dieser Methoden, von denen die meisten aus den letzten 5—6 Jahren datieren, beweisen, wie sehr die alte Methodik der Untersuchung auf künstlichen Nährböden an Vertrauen verloren hat und wie dringend notwendig eine neue Methodik ist, die genauere und richtigere Resultate gibt. Alle genannten Methoden, die mit Holz arbeiten, sei es auch in zerkleinertem und dann gepreßtem Zustand, bilden einen unzweifelhaften Schritt vorwärts. Untersuchungen über die Giftwirkung der Antiseptika, die nach dieser Methode durchgeführt wurden, haben in der Mehrzahl der Fälle sehr abweichende Resultate von Untersuchungen auf künstlichen Nährböden gegeben.

Ein gewisses Fazit aller bis 1929 veröffentlichten Arbeiten zog die oben genannte Konferenz in Berlin-Dahlem, auf der alle Methoden besprochen wurden* und als beste Methodik, die als Standard zu gelten hat, die Untersuchung auf Holzklötzen in Koll-Kolben angenommen wurde. Die Verbindlichkeit einer Untersuchung auf Holz für alle exakten Versuche wurde fixiert. Trotzdem sind die vorgeschlagenen Methoden hinsichtlich ihrer bequemen Handhabung, der Schnelligkeit und Genauigkeit der Resultate auch nicht einwandfrei.

Deshalb hat das Mykologische Laboratorium des wissenschaftlichen Eisenbahn-Forschungsinstitutes am Verkehrskommissariat eine sorgfältige Nachprüfung der oben genannten Methoden vorgenommen.

Vor allem wurde die Untersuchung auf nicht gepreßten Sägespänen nachgeprüft. Die Arbeit mit ihnen zeigte sich sehr bequem hinsichtlich der Einführung der notwendigen Antiseptikummenge. Doch ist die Erhaltung der nötigen Feuchtigkeit sehr schwierig. Bei Versuchen mit *Coniophora* und ähnlichen Pilzen, die sich bei hohem Feuchtigkeitsgehalt schlecht entwickeln, führte die Schwierigkeit der Regulierung dieses Faktors zu sehr bunten Resultaten, deshalb mußte diese Methodik abgelehnt werden.

Das von Reeves vorgeschlagene Verfahren mit gepreßten Sägespänen war günstiger, doch erregt der Ersatz des Holzes durch gepreßtes Holzmehl Zweifel.

Die Methode von Rodes und Gardner, eine Abwandlung des Reeves-Verfahren, ist leichter auszuführen, verlangt aber die Einführung eines künstlichen Nährbodens für die Entwicklung des Pilzes.

Auch die Methode von Falck, der mit natürlichen Holztafelchen arbeitet, ist verhältnismäßig bequem, aber auch sie verlangt die Einführung eines künstlichen Nährbodens.

Das Verfahren von Takaschi Tamura wurde nicht speziell nachgeprüft, doch unterscheidet er sich in seiner Grundtendenz wenig von der Falckschen Methode. Das außerdem noch eingeführte Zersägen und Zusammenbinden der Stückchen kompliziert die Methode und macht sie für eine Massenverwendung unbrauchbar. Somit geben alle genannten Methoden die Möglichkeit, die Giftigkeit des Pilzes zu prüfen. Doch führen die einen künstlichen Nährboden ein und dadurch die Möglichkeit einer Beeinflussung des Pilzes und zugleich auch des Grades der Giftwirkung; die anderen benützen gepreßtes Holzmehl, dessen Struktur völlig von dem des Holzes verschieden ist. Außerdem sind die meisten dieser Methoden außer der Falckschen unberechenbar und geben bunte Resultate. Deshalb konnte das Mykologische Laboratorium keine von ihnen für eine Massenprüfung über die Giftwirkung der Antiseptika auf Holz verwenden.

Es kam der Gedanke auf, eine neue Versuchsmethodik auszuarbeiten, die 1. kein künstliches Nährmedium ähnlich wie Malzextrakt einführt und auf natürlichem Holz arbeitet, die 2. keine komplizierte Regulierung der Feuchtigkeit fordert und 3. eine gleichmäßige Verteilung des Antiseptikums im Holz erlaubt. Von den Fäulnisbedingungen der am häufigsten in der Eisenbahnwirtschaft verwendeten Sortimente ausgehend als da sind Schwellen, Telegraphenstangen, die stets in unmittelbarer Berührung mit dem Ballast oder Grund stehen, von dem sie die Feuchtigkeit erhalten und oft auch die Infektion, wurde das System Sand-Holz für die Versuche ausgewählt. Der Sand wurde vorher befeuchtet, dann mit ungetränktem Holz belegt, die Kolben mit diesem Medium sterilisiert und mit dem Pilz infiziert. Nach Entwicklung des Pilzes wurde ein mit dem zu untersuchenden Antiseptikum getränktes Täfelchen oben aufgelegt. Es zeigte sich, daß dieses System eine ausgezeichnete Fähigkeit der Selbstregulierung der Feuchtigkeit in der Probe hat. Die Resultate nach dieser Methode waren denen nach dem Reeves-Verfahren ähnlich, doch war die Versuchsanordnung sehr viel einfacher.

Als Nachteil bei dem Verfahren muß das sehr langsame Wachstum des Pilzes bezeichnet werden.

Um diese Schwierigkeiten zu umgehen, wurde statt Sand Ackererde und später Gartenerde verwendet. Diese Veränderung der Methode beschleunigte das Wachstum des Pilzes. Spezielle Kontrollversuche zeigten, daß die Ersetzung des Sandes durch Erde keinen Einfluß auf die Resultate der Versuche hatte und nur ihre Dauer abkürzte.

Bei einer weiteren Prüfung dieser Methode zeigte sich, daß nicht nur *Coniophora cerebella* und *Fomes annosus* sich gut auf Erde entwickeln, sondern daß auch andere Pilze wie z. B. *Merulius lacrymans*, *M. tremellosus*, *M. himantoides*, *Lentinus squammosus*, *Poria vaporaria*, *Armellaria mellea*, *Lenzites sepiaria*, *L. abietinum*, *Daedalea quercina* usw. für die Untersuchung genommen werden können.

Das Bewachsen der Erde und der oben aufgelegten Täfelchen des nichtgetränkten Holzes geht im Verlaufe von 2—3 Wochen vor sich, wobei die Erde vollständig von dem Pilz durchwachsen wird. Eine Degeneration des Pilzes wurde hierbei nicht bemerkt, im Gegenteil behielt der Pilz seine Aktivität und infizierte rasch jedes auf die Erde gelegte Holzstück, wenn es nur nicht durch eine genügende Menge des Antiseptikums geschützt war. Einige Versuche wurden mit Absicht auf sechs und mehr Monate ausgedehnt, um den Einfluß der Methode auf die Aktivität des Pilzes zu klären.

Nach mehr als zweijähriger Praxis der Antiseptikum-Prüfung nach dieser Methode hat sie folgende Form angenommen. In einen Erlenmeyer-Kolben wird vorher getrocknete zerkleinerte und gesiebte Gartenerde in einer Schicht von $1\frac{1}{2}$ —3 cm eingelegt, oben wird ein Täfelchen von Kiefern-Splintholz $20 \times 40 \times 3$ mm gelegt; es muß so geschnitten sein, daß seine Dicke mit der Richtung der Holzfaser zusammenfällt. Dann wird Wasser in einer Menge von 40—50% des Gewichtes von Erde + oben aufgelegte Holztäfelchen zugesetzt; dabei wird die im trockenen Zustande graue Erde dunkel, bildet aber keinen Schmutz.

Ein spezieller Versuch in dieser Richtung zeigte, daß das Wachstum von *Coniophora*, wenn auch schwach, bei 20—30% Feuchtigkeit vor sich geht, aber bei 40—50% Feuchtigkeit sein Optimum hat. Bei einer Erhöhung der Feuchtigkeit bis 60% ist schon eine gewisse Hemmung des Wachstums zu beobachten. Folglich wird bei der Herstellung einer Kultur mit für den Pilz optimaler Feuchtigkeit ein gewisser Vorrat an Feuchtigkeit vor-

handen sein; selbst wenn im Laufe von zwei Monaten eine gewisse Verdunstung stattfindet, so wäre das Medium für das Wachstum des Pilzes immer noch feucht genug.

Indessen muß für jede Pilzart im einzelnen die für seine Entwicklung optimale Feuchtigkeit festgestellt werden.

Wenn der Versuch auf lange Dauer berechnet ist, muß nach der Fertigstellung der Kultur das genaue Gewicht von jedem Versuchskolben bestimmt werden. Ein Gewichtsverlust bei langer Dauer des Versuchs zeigt die Menge des verdunsteten Wassers an. Um wieder den optimalen Wasserhaushalt herzustellen genügt es, eine entsprechende Menge sterilisierten Wassers zuzugießen. Hierdurch wird keinerlei Hemmung des Wachstums verursacht, im Gegenteil, es beginnt ein noch üppigeres Wachstum. Der Gewichtsverlust der Kultur, der durch die Fäulnis des Holzes verursacht wird, ist so gering, daß er nicht in Betracht gezogen zu werden braucht. — Nach Herstellung des Nährsubstrates werden die Kolben mit Wattebauschen verschlossen und sterilisiert. Zur Aussaat ist zweckmäßig das Material nicht von Agarkulturen zu nehmen, sondern in die Kolben Stückchen von sterilisiertem Holz einzuführen, die mit der Kultur des Pilzes infiziert sind. In diesem Falle faßt der Pilz rasch Wurzel und entwickelt sich rasch.

Die Versuchskolben müssen bei einer Temperatur von 25—27° C gehalten werden. Nach 2—3 Wochen, wenn der Pilz die Erde und das Holz vollständig durchwachsen hat, werden ein mit dem Antiseptikum in nötiger Konzentration durchtränktes Holztäfelchen und ein anderes ungetränktes Kontrolltäfelchen in den Kolben eingeführt. Zur genauen Bestimmung der Menge des Antiseptikums werden die Versuchstäfelchen vor dem Durchtränken und nach demselben gewogen. Nach diesen Zahlen und der bekannten Konzentration des Antiseptikums kann das prozentuale Verhältnis des Antiseptikums zum Gewicht des Holzes leicht bestimmt werden. Die zum Durchtränken bestimmten Täfelchen müssen möglichst glatt geschliffen und von Sägespänen befreit werden. Bei schlechtem Schliff können im Prozesse des Tränkens und Wiegens die ungleichmäßigen Teile der Ränder abbröckeln, was ohne Zweifel die Genauigkeit der Daten beeinflussen muß. Um eine Einführung von Schimmel in die Kulturen zu verhindern, werden Versuchs- und Kontrolltäfelchen vor dem Einlegen in den Kolben durch die Flamme des Gasbrenners gezogen. Der Kolben wird wieder in den Termostat gestellt und nach dem Charakter

des Bewuchses und der Zerstörung wird die Giftigkeit des Antiseptikums beurteilt. Gewöhnlich bewächst die Kontrollplatte in 3—5 Tagen mit dem Pilz, ebenso auch die Versuchsplatte, wenn die Menge des eingeführten Antiseptikums bedeutend unter der Grenzdosis liegt. Wenn die Menge des Antiseptikums der Grenzdosis nahe ist, zeigt sich das Resultat langsamer, doch ist der Versuch in jedem Falle nach 30 Tagen beendet. Abb. 1, 2 und 3 zeigen, wie vollständig der Pilz die Erde durchwächst, wie üppig er sich entwickelt und wie deutlich die Grenzdosis zu sehen ist. Während des Versuchs verliert die Kontrollplatte, aber auch die Versuchsplatte, bei einer Dosis bedeutend unter der Grenzdosis, vollständig ihre mechanischen Eigenschaften.



Abb. 1.
Unbehandelte
Kontrolltäfelchen.



Abb. 2.
Mit Antiseptikum getränkte Täfelchen zwischen
unbehandelten Täfelchen.



Abb. 3.

In den seltenen Fällen, wenn es schwer ist die Grenzdosis festzustellen, wird diese an Schnitten der Versuchsplatte unter dem Mikroskop bestimmt.

Die Einführung der für die Untersuchung notwendigen Mengen von wasserlöslichen Antiseptika wird durch ein Einweichen der Platten in einer heißen Lösung des Antiseptikums in entsprechender Konzentration ausgeführt. Die Herstellung der Platten aus Splintholz und ihre geringe Dicke geben die Möglichkeit einer gleichmäßigen Durchtränkung. Bei Versuchen mit öligen Antiseptika werden diese in Benzollösungen eingeführt. Nach dem Durchtränken läßt man das Benzol verdunsten, indem man die Platten 1—2 Tage an der Luft liegen läßt.

Um einen eventuellen Einfluß des Benzols auf das Antiseptikum klarzustellen, wurden spezielle Versuche gemacht. Die Holzplatten wurden mit Benzol allein getränkt, an der Luft getrocknet und geprüft. Es zeigte sich, daß sie ebenso zerstört wurden, wie die ungetränkten Kontrollplatten.

Es muß bemerkt werden, daß bei Versuchen mit dem Medium Erde-Holz die Fälle der Verschmutzung mit Schimmelpilzen viel seltener wurden als bei Versuchen auf künstlichem Nährboden und Holz. Im ganzen gibt also die Untersuchung der Antiseptika auf dem Medium Erde-Holz folgende Vorteile:

1. Dank der Möglichkeit ohne künstlichen Nährboden auszukommen, wird die Gefahr einer Verzerrung der Resultate vermieden.

2. Die Einführung der Erde als Nährboden nähert die Versuche den in der Natur am häufigsten vorkommenden Bedingungen der Holzfäulnis.

3. Die Durchführung der Versuche wird vereinfacht, da die Feuchtigkeit nicht reguliert zu werden braucht.

In Verbindung mit der Durcharbeitung der Versuchsmethodik kann die Frage über die Auswahl der Pilze für die Versuche nicht umgangen werden. Nach einer Reihe von Versuchen haben wir die von dem Berliner Kongreß empfohlenen *Coniphora cerebella* und *Fomes annosus* als Standard-Pilze angenommen.

Außerdem muß für Antiseptika, die in weitem Maße bei Zivilbauten verwendet werden können, noch ergänzend *Merulius lacrymans* untersucht werden, da sich herausgestellt hat, daß bei Versuchen auf Holz dieser starke Zerstörer oft große Abweichungen von den mittleren Normen der oben angeführten Pilze gibt.

Zum Schluß seien noch einige vergleichende Versuche für mehrere ölige und wasserlösliche Antiseptika auf künstlichem Nährboden und auf Holz nach der hier empfohlenen Methode angeführt.

Für die öligen Antiseptika seien Auszüge aus den Protokollen unserer Versuche mit Kreosotöl aus Steinkohle angeführt. Es ist in der Hinsicht bequem, daß es zu den verbreitetsten Holzkonservierungsmitteln in den meisten Ländern gehört. Dieses Antiseptikum ist auch genügend gut untersucht, es gibt eine große Literatur darüber, was erlaubt, detaillierte Schlüsse zu ziehen.

Da das Kreosotöl seiner Zusammensetzung nach sehr kompliziert und diese bis jetzt noch nicht vollständig geklärt ist, so wurde von der Mehrzahl der Forscher bei der vergleichenden Untersuchung seiner Giftigkeit die Hauptaufmerksamkeit auf seine

Fraktionszusammensetzung gerichtet. Wie schon von einigen Forschern bewiesen ist, zeigen die einzelnen, bei verschiedenen Destillationstemperaturen erhaltenen Fraktionen des Kreosotöls verschiedene antiseptische Eigenschaften. Die Giftigkeit der einzelnen Kreosotölproben, welche außerdem in verschiedenen Mustern verschieden ist, hängt von der Menge der in ihnen enthaltenen besonders giftigen Fraktionen ab.

In der Literatur ist aber eine große Uneinigkeit darüber, welche von den Fraktionen die giftigsten sind. Die Mehrzahl der Autoren, die mit künstlichen Nährböden arbeiteten, meinten, daß die leichten Fraktionen, die bis 270° destillieren, besonders giftig sind, während die schweren gar nicht toxisch wirken. Reeves und andere, die auf Holz arbeiteten, veränderten dieses Schema und fanden, daß die leichten Fraktionen die am wenigsten giftigen sind.

Zur Aufklärung dieser Unstimmigkeiten gingen wir an eine Nachprüfung der Frage heran. Zu diesem Zweck wurde eine Reihe von Parallelversuchen mit verschiedenen Kreosotproben auf Holz und Agar eingeleitet. Der Versuch auf Agar wurde nach der gewöhnlichen Methode durch Zusatz verschiedener Mengen emulsierten Öles zum Nährmedium (Agar-Agar, Malzextrakt) ausgeführt. Der Versuch auf Holz wurde nach dem oben beschriebenen Verfahren vorgenommen.

Als Beispiel seien die Daten für den Pilz *Coniophora cerebella* nach zwei Kreosoten N 1 und N 2 angeführt. Diese Öle sind aus Koksbenzol gewonnen und waren für die Durchtränkung von Eisenbahnschwellen bestimmt.

Die einzelnen, bei der Destillation der Öle gewonnenen Fraktionen, sind aus Tabelle 2 zu ersehen.

Tabelle 2.

Fraktion ° C	Kreosot N 1	Kreosot N 2
0—210	2,6	8,3
210—235	3,5	16,5
235—270	13,9	23,4
270—315	17,3	18,6
315—355	31,8	15,8
355—375	11,2	6,3
Rest nach 375	20,6	9,5

Die Resultate der Prüfung dieser Öle ist in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3.

Fraktionen ° C	Grenzdosen in % für			
	Kreosot N 1		Kreosot N 2	
	auf Holz	auf Agar	auf Holz	auf Agar
0—210	10,0 ?	0,1	12,0 ?	0,1
210—235	6,5	0,05	8	0,1
235—270	6,5	0,05	7,3	0,05
270—315	4,3	0,03	5	0,005
315—355	2	1	2	1
355—375	1,5	3	1,5	3
Rest nach 375	10	5	10	5
Das ganze Kreosotöl	4	0,05	5	0,05

Beim Betrachten von Tabelle 3 kann man sehen, daß der Pilz sich auf beiden Kreosoten gleich verhält. Die Grenzdosen für die einzelnen Fraktionen beider Kreosote sind auf Holz und auf Agar die gleichen. Das bestätigt die schon früher bekannte Tatsache, daß gleichwertige Fraktionen von verschiedenen Kreosotproben die gleiche antiseptische Kraft haben. Die Unterschiede in den Resultaten auf Holz und auf Agar sind sehr deutlich. Auf Agar wirken die leichteren Fraktionen giftiger, die schweren, bei 315 bis 375° C destillierbaren sind nicht antiseptisch. Auf Holz ist die Giftigkeit der schweren Fraktionen bedeutend höher und die giftigsten Fraktionen sind die von 315—375° C.

Ohne Zweifel sind die auf Holz erhaltenen Resultate sicherer.

Die größere Giftigkeit der leichten Fraktionen auf Agar erklärt sich in erster Linie dadurch, daß sie sich bedeutend besser emulgieren lassen und eine bessere Dispersion geben. Außerdem kommen auf Agar die abdichtenden, wasserundurchlässigen und übrigen physikalischen Eigenschaften der Öle gar nicht zur Geltung, die eine große Rolle bei dem Schutz des Holzes haben (Rhodes und Gardner). Bei Versuchen auf Holz wird außer der antiseptischen Wirkung auch mit mehr oder weniger großer Genauigkeit der Einfluß des Flüchtigkeitsfaktors festgestellt, der bei öligen Antiseptika eine große Bedeutung hat.

Es ist augenscheinlich, daß die leichten Fraktionen auch bei Gehalt an giftigen Substanzen bei ihrer großen Flüchtigkeit keine genügend konservierende Wirkung haben können.

Deshalb wird in Tabelle N 3 die Grenzdosis für die leichteren Fraktionen mit einem Fragezeichen versehen. Eine absolut richtige Grenzdosis kann für sie nicht festgestellt werden, da diese Fraktionen sich im Laufe der Zeit verflüchtigen und der Pilz sich hier auch bei höheren Konzentrationen entwickelt.

Von wasserlöslichen Antiseptika seien die Resultate von acht Untersuchungen angeführt:

Fluornatrium und Dinitrophenolnatrium als Hauptverbindungen, die in die Zusammensetzung der kombinierten Fluornatrium-Antiseptika eingehen.

Siliziumfluornatrium und Siliziumfluormagnesium als Antiseptika, die viel zum Bestreichen von Zivilbauten verwendet werden.

Chlorziuk als Antiseptikum; das zum Durchtränken von Eisenbahnschwellen benützt wird.

Kupfervitriol als antiseptisches Anstreichmittel bei Zivilbauten.

Chlornatrium als schwaches Antiseptikum, das aber doch in einigen Gegenden der USSR. zum Konservieren der Eisenbahnschwellen benützt wird.

Chlormagnesium als Bestandteil des magnesianen Zements, der zur Herstellung von Magnolitböden und von Fibrolitmauern benützt wird.

Von Pilzen nahmen wir *Coniophora cerebella*, *Fomes annosus*, *Merulius lacrymans* und *Lentinus squammosus*.

Die Resultate der Versuche sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Aus Tabelle 4 ist zu ersehen, daß die Versuchsergebnisse allzu bunt sind. Irgendein Zusammenhang oder gesetzmäßiger Unterschied zwischen den Versuchen auf Agar und Holz ist nicht festzustellen. In den meisten Fällen ist die Grenzdosis auf Holz um einige Male höher als auf Agar; doch fallen sie z. B. für Fluornatrium bei *Lentinus squammosus* zusammen. In anderen Fällen, bei dem gleichen *Lentinus squammosus* gibt Silizium-Fluornatrium höhere Grenzdosen auf Agar als auf Holz.

Diese Zahlen zeigen also ganz augenscheinlich, daß es gewagt ist, die mit wasserlöslichen Antiseptika auf Agar erhaltenen Daten zugrunde zu legen. Wir können die komplizierten gegenseitigen Wirkungen von Agar und Agar-Medium oder von Antiseptikum und Holz absolut nicht berechnen oder kontrollieren, dabei hängt

Tabelle

Pilzart	Medium	Grenzdosis für die		
		NaF	Na ₂ SiF ₆	C ₆ H ₅ (NO ₂) ₂ Na
<i>Coniophora cerebella</i>	Holz	0,35	0,25	0,15
	Agar	0,15	0,1	0,04
<i>Fomes annosus</i> . .	Holz	0,35	0,2	0,1
	Agar	0,2	0,08	0,08
<i>Merulius</i>	Holz	0,25	0,2	0,15
	Agar	0,15	0,08	0,02
<i>Lentinus squamosus</i> . . .	Holz	0,15	0,08	0,03
	Agar	0,15	0,1	0,05

von ihnen in bedeutendem Maße die Wirkung des Giftes auf den Pilz ab.

Wenn aber für die Untersuchung der öligen Antiseptika unsere Methodik genügend sichere Resultate gibt, so müssen bei der Untersuchung wasserlöslicher Antiseptika einige Korrekturen darin eingeführt werden.

Wie bekannt, ist die konservierende Fähigkeit der wasserlöslichen Antiseptika durch zwei Faktoren bedingt, durch ihre Giftigkeit und ihren Widerstand gegen Auslaugung. Beim Konservieren von solchen Sortimenten wie Eisenbahnschwellen und Telegraphenstangen steht der letztere Faktor mit an einer der ersten Stellen. Es ist natürlich, daß bei der Untersuchung der Antiseptika mit diesem Faktor gerechnet werden muß. Für seine Klärung waren Kontrollversuche eingerichtet. Nach Beendigung des Versuchs wurde in allen Versuchsplatten auf analytischem Wege die Menge des verbliebenen Antiseptikums bestimmt. Die Bestimmung zeigte, daß solche verhältnismäßig wenig lösliche Antiseptika wie Fluornatrium, Silizium-Fluornatrium und Dinitrophenolnatrium während der Dauer des Versuchs keine bemerkbare Auswaschung zeigten: die Analyse gab keine Verringerung des Antiseptikums an.

Dagegen wurden die leicht in Wasser löslichen Antiseptika, besonders Chlornatrium und Chlormagnesium während der Versuchsdauer stark aus dem Holz ausgelaugt. In der Tabelle sind in

4.

Antiseptika in %

MgSiF_6	ZnCl_2	CuSO_4	NaCl	MgCl_2
0,2	2 (1,6)	11 (9,2)	45 (4,5)	100 (10)
0,12	0,6	2	10	18
0,1	1,6 (1,2)	1,5 (1,2)	25 (2,5)	32 (3,5)
0,08	0,4	1,5	4	14
0,1	5 (4)	11,5 (9,2)	30 (3)	60 (6)
0,02	0,5	1	4	4
0,05	0,5 (0,1)	1,5 (1,2)	20 (2)	30 (3)
0,04	0,5	1,5	2	8

Klammern die Mengen angegeben, die in dem Holz nach Beendigung des Versuchs noch vorgefunden wurden.

Schlußfolgerungen.

Die Resultate der Versuche mit öligen und wasserlöslichen Antiseptika zeigten die äußerste Konventionalität der Versuchsmethodik auf Agar-Medien; die Ergebnisse sind oft nicht exakt, ja, sie geben zuweilen nicht einmal die Möglichkeit, einer orientierenden Beurteilung der Antiseptika. Deswegen müssen alle mehr oder weniger genauen Versuchsergebnisse auf Holz gewonnen werden. Eine Reihe von anderen, in der letzten Zeit verwandten Methoden führen zu dem Schluß, daß sie nicht sehr genau oder schwer ausführbar sind.

Nach Prüfung der von uns ausgearbeiteten Methodik auf Holz und Erde fanden wir, daß sie eine ganze Reihe von Vorzügen hat, und daß sie zum Untersuchen von öligen und in Wasser schwer löslichen Antiseptika geeignet ist.

Diese Methodik gibt die Möglichkeit, nicht nur die relative Toxinwirkung der Antiseptika zu prüfen, sondern auch einige allgemeine Schlußfolgerungen für die Praxis zu ziehen, da sie Angaben über die tatsächliche Konzentration des Antiseptikums gibt, die zur Verhütung der Holzfäulnis notwendig ist.

Literatur.

1. Bateman, *Proced. Amer. Wood Preserv. Assoc.*, 1920—1922.
2. Dehnst, *Zeitschr. f. angew. Chemie* **41**, 1928.
3. Falck, R., *Zeitschr. f. angew. Botanik*.
4. —, *Hausschwammforschungen VII*, 1927.
5. Flerov, B. und Schemachanova, N., *Westnik Wsesojuzn. nauchno issled. inst. drewesiny* (Bull. d. wiss. Forschungsinst. für Holzfaser) **4**, 1929. Russisch.
6. — —, *Trudy Inst. Material. N.K.P.S.* (Arbeiten des Materialinst. am Verkehrskommiss.) **152**, 1931. Russisch.
7. Humphrey and Flemming, *U.S. Dept. Agric. Bull.* **227**, 1927.
8. Kinberg, *Chem. Zeitg.*, 1917.
9. Liese, *Angew. Bot.*, Bd. 10, H. 1, 1928.
10. Makrinov und Strohbinden, Bericht über die Tätigkeit der Station zur Durchtränkung und Prüfung von Eisenbahnschwellen. *Inst. ing. putei soobtsch.* (Inst. d. Verkehrsingenieure), Lief. 2, 1915, Lief. 3, 1916. Russisch.
11. — —, *Archiv Biol. nauk* (Archiv d. Biol. Wissensch.), 1923. Russisch.
12. Malencovic, *Die Holzkonservierung im Hochbau*, 1907.
13. Netsch, *Die Bedeutung d. Fluorbindungen für die Holzkonservierung*. München 1909.
14. Reeves, *Proc. Amer. Wood. Preserv. Assoc.* **24**, 1928.
15. Richards, *Proc. Amer. Wood. Preserv. Assoc.* **17**, 1926.
16. Rhodes and Gardner, *J. Industr. and Engin. Chemist.* **22**, 1930.
17. Snell, W., *Proc. Amer. Wood. Preserv. Assoc.* 1929.
18. Schmitz and Zellr., *J. Industrial and Engin. Chemist.* 1921.
19. Takashi-Tamura, *Phytopath. Zeitschr.*, 1931.
20. *The Testing of Wood Preservatives Nature* **76**, 1930.
21. Wanin, S., *Kursus der forstlichen Phytopathologie*, 1931. Russisch.
22. —, *Die Hausschwämme*, 1931. Russisch.
23. —, *Trudy nauchno — techn. Kom. N.K.P.S.* (Arb. d. wiss. techn. Komit. am Verkehrskommiss.) **18**, 1926. Russisch.
24. —, und Kopytkovsky, *Soobtsch. Inst. soorusheniy* (Mitt. des Bauinst.) **8**, 1919. Russisch.
25. Weiss, *The Preserv. of Structural Timber*, 1916.

Besprechungen aus der Literatur.

Klein, G. Handbuch der Pflanzenanalyse. III. Bd. Spezielle Analyse II. Organische Stoffe. (Fortsetzung.) Verlag Julius Springer. Wien. 1932. 1613 S. 67 Abb. Geb. 168 RM.

Von den vier Bänden des umfassenden Werkes über das große Gebiet der Pflanzenanalyse ist Ende des vorigen Jahres der dritte Band erschienen. Er befaßt sich im Rahmen der speziellen Analyse ausschließlich mit organischen Stoffen. In der Angew. Bot. 1931, S. 466 bis 467 und 1932, S. 567 ist bereits über den ersten und zweiten Band berichtet worden. Der Fülle des Materials wegen ist der dritte Band auf zwei Einzelbände verteilt worden. Die Mitarbeiter sind: M. Bergmann, K. Boresch, R. Brieger, F. Dafert, O. Dischendorfer, W. Dürr, F. Ehrlich, F. Evers, K. Freudenberg, M. Gierth, M. Hadders, L. Kalb, P. Karrer, G. Klein, L. Kofler, F. Kögl, D. Krüger, R. Lillig, F. Mayer, H. Pringsheim, L. Rosenthaler, H. Rupe, M. Schaerer, W. Schneider, W. Sutthoff, W. Thies, H. Thomas, A. Treibs, C. Wehmer, L. Zechmeister, F. Zetsche.

Die erste Hälfte des dritten Bandes umfaßt die Membranfarbstoffe, die natürlichen Gerbstoffe, Flechtenstoffe, ätherischen Öle, Kautschuk und Guttapercha sowie die Harze in botanischer Anordnung. Jeder Abschnitt ist übersichtlich gegliedert. Zunächst werden Vorkommen, Struktur und allgemeine Eigenschaften der betreffenden Substanz oder einer ganzen chemischen Gruppe geschildert. Identitätsreaktionen folgen. Besonders eingehend sind der quantitative und mikrochemische Teil behandelt. Bei Substanzen, die sich vom Untersuchungsmaterial schwer isolieren lassen, sind geeignete Arbeitsmethoden ausführlich angegeben. Notizen über Herstellung und verwandte Verbindungen, sowie ein reichhaltiger Literaturnachweis lassen jedes Kapitel als ein in sich abgeschlossenes erscheinen. Große Gebiete, z. B. ätherische Öle, Harze usw. sind in einen allgemeinen und speziellen Abschnitt aufgeteilt. Auch im dritten Band werden schwierige Apparaturen in guten Abbildungen dargestellt. Die textliche Schilderung der Reaktionen wird durch Konstitutionsformeln verdeutlicht. Der erste Teil besitzt ein erweitertes Gesamtinhaltsverzeichnis, der zweite ein gekürztes und schließt mit einem erfreulicherweise recht ausführlich gehaltenen Index von 136 Seiten ab. Besonders chemisch ist im Index eine gute Untergruppierung eingehalten worden, die ein schnelles Zurechtfinden sichert.

Die zweite Hälfte des dritten Bandes enthält die chemisch wie botanisch interessanten Kapitel der Glukoside, Flavone, Anthocyane, Saponine, Carotinoide usw. Chlorophyll, Algen-, Pilz- und Bakterienfarbstoffe sind gesondert behandelt.

Jeder, der sich mit Pflanzenanalyse und verwandten Gebieten beschäftigt und in sinngemäßer Weise neue sowie modernste Methoden in einem Werk vereinigt haben möchte, wird im Handbuch von Klein die Erfüllung seiner Erwartungen finden. Bärner, Berlin-Dahlem.

Koch, Franz. Die Entwicklung und Verbreitung der Kontinente und ihrer höheren pflanzlichen und tierischen Bewohner. Verlag Fr. Vieweg & Sohn, A.-G., Braunschweig, 1931. Preis geh. 4,80 RM, geb. 6,20 RM.

Auf Grund der Wegenerschen Theorie über die Entstehung der Kontinente und Ozeane gibt Verf. eine gedrängte Übersicht über die Entwicklung und Verbreitung der höheren pflanzlichen und tierischen Bewohner der Erde. Er zeigt uns die Bevorzugung Euramerikas als Ursprungsgebiet neuer Formen, die Wanderung der höheren Tier- und Pflanzenwelt infolge der durch die Polschwankungen hervorgerufenen Klimaänderungen, die Besiedelung Neuseelands und Australiens, der Antarktis und Südamerikas, Madagaskars und Afrikas, des westlichen Nordamerikas und des asiatischen Landblocks, sowie die Rückwanderungen und die Besiedelung der Arktis. Weiter erörtert Verf. die Deutung der Sintflut, die Entwicklung des Vogelzuges, die Verbreitung der Insekten, die Ursachen der Erhaltung und des Aussterbens der Arten und schließt mit einem pessimistisch gehaltenen Ausblick, der den Aufstieg und das scheinbare Absinken des Menschengeschlechtes behandelt.

Snell.

Lehmann, E. Lehrbuch der organischen Chemie für Studierende der Landwirtschaft, der Forstwirtschaft und des Gartenbaues. Verlag Paul Parey, Berlin, 1932. Preis 14 RM.

Das vorliegende Buch zeichnet sich ebenso wie das vor kurzem erschienene Lehrbuch der anorganischen Chemie des gleichen Verfassers durch eine neuartige Anordnung des Stoffes aus, die bewußt von anderen Lehrbüchern abweicht. So wird z. B. die schwierige Stoffklasse der Kohlehydrate unmittelbar nach den Alkoholen, Aldehyden und Ketonen behandelt, und die alicyclischen Verbindungen sind den aromatischen Stoffen, deren Bedeutung für den Land- und Forstwirtschaften geringer ist, vorangestellt worden. Maßgebend dafür waren didaktische Gründe. In dem allgemeinen Teil werden in äußerst klarer und begreiflicher Form dem Anfänger die Grundbegriffe der organischen Chemie soweit dargelegt, daß die Zusammensetzung der im speziellen Teil behandelten komplizierteren, für die Tier- und Pflanzenphysiologie wichtigeren Stoffe (Fette, Kohlehydrate, Eiweißstoffe, Vitamine, Tier- und Pflanzenfarbstoffe, Pflanzenschutzmittel und die wichtigsten Heilstoffe der Tiermedizin) verstanden werden können. Die Tatsache, daß der Verf. bei der Lösung der sich gestellten Aufgabe den richtigen Weg gegangen ist, wird ihm die Anerkennung der interessierten Kreise sichern. Das Buch kann daher nicht nur Studierenden, sondern auch Landwirtschaftslehrern sowie dem in der Praxis stehenden Landwirt, Forstwirtschaftler und Gärtner bestens empfohlen werden.

Ludewig, Berlin-Dahlem.

Personalsnachricht.

Unser Vorsitzender, Geheimer Regierungsrat Prof. Dr. Appel, ist am 1. Juli d. Js. aus seinem Amt als Direktor der Biologischen Reichsanstalt ausgeschieden und in den Ruhestand getreten.

Der Herr Reichspräsident und der Herr Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft haben ihm durch Handschreiben ihre besondere Anerkennung seiner dem Wohle der deutschen Landwirtschaft gewidmeten Lebensarbeit ausgesprochen. Die Hochschule für Bodenkultur in Wien hat ihn aus Anlaß ihres 50jährigen Bestehens zum Ehrendoktor ernannt.

Einleitende Studien über *Cercospora herpotrichoides* Fron.

Von

O. Moritz und H. Bockmann.

Aus der Zweigstelle Kiel der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft.

Mit 2 Abbildungen.

Während die *Schwarzbeinigkeit* oder *Ophiobolose* das Getreide, insbesondere den Weizen, vornehmlich auf weniger weizenfähigen Böden befällt, wird die *Lagerfußkrankheit* (*Halmbreche*) auch auf den besten Böden gefährlich. Ihr wendet sich daher neuerdings das Interesse mit Recht zu (vgl. Becker 1932, Feistritzer 1932, Moritz 1932, Schaffnit 1932 und 1933 u. a.).

Für unsere Arbeiten über diese neue Getreidekrankheit wurde Material von befallenen Weizenschlägen der Provinzen Schleswig-Holstein und Sachsen, des Freistaates Sachsen und des Kreises Randow der Provinz Pommern eingetragen. Es wurde bereits an anderer Stelle darauf hingewiesen, daß sich unter den Pilzen, welche mit einer gewissen Regelmäßigkeit an den Halmbasen erkrankter Pflanzen angetroffen wurden, auch *Cercospora herpotrichoides* Fron befand, womit zum ersten Male über das Auftreten dieses Pilzes in Deutschland berichtet wurde¹⁾ (Moritz 1932, S. 958).

Zum Studium der Pilzflora wurden die zur Bearbeitung gelangenden Halmteile nach drei verschiedenen Verfahren behandelt. Einmal wurde der Halmgrund zusammen mit einem Teil des Wurzelmaterials unter Wasser gut abgespült, oberflächlich mit Sublimat gewaschen und nach nochmaliger Abspülung mit Wasser in Petrischalen auf feuchtem Filtrierpapier aufbewahrt. Die aus dem Material hervorstwachsenden Pilze wurden nach längerer Zeit unter-

¹⁾ Schaffnit scheint diesen Umstand übersehen zu haben (1933). Er zitiert Moritz (1932), ohne den sachlichen Inhalt seiner Arbeit zu berücksichtigen.

sucht (α -Material). Ferner wurde Halmmaterial nach gründlicher äußerlicher Behandlung mit 1%iger Sublimatlösung unter der Impfkammer möglichst aseptisch der Länge nach aufgespalten und Gewebe oder Pilzgeflecht, welches sich im Innern der unteren Halmglieder fand, aseptisch auf einen geeigneten Nährboden übertragen (β -Material). Endlich haben wir verhältnismäßig große Stücke der unteren Halmglieder, die vorher mit Sublimat oberflächlich sterilisiert worden waren, auf dieselben Nährböden übertragen und die so erzielten Kulturen untersucht (γ -Material).

Über die aus verschiedenen Halmproben gewonnenen Pilze gibt die nachfolgende Übersicht Auskunft. Es bedeuten dort die hinter den Ortsnamen stehenden Bezeichnungen S-H.: Provinz Schleswig-Holstein, P.: Provinz Pommern, Sa.: Provinz bzw. Freistaat Sachsen. Die Symptome der Krankheit und die gefundenen Pilze sind nicht namentlich aufgeführt, sondern mit verschiedenen Buchstaben bezeichnet. In der eckigen Klammer bedeuten:

- A. *Ophiobolose*,
- B. *Lager*,
- C. *Medaillonflecken*.

Die erste runde Klammer enthält die nach dem α -Verfahren, die zweite die nach dem β -Verfahren und die dritte die nach dem γ -Verfahren isolierten Pilze. Für die einzelnen Stämme sind folgende Bezeichnungen gewählt worden:

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| a) <i>Ophiobolus graminis</i> | m) <i>Coniosporium rhizophylum</i> |
| b) <i>Cercospora herpotrichoides</i> | n) <i>Alternaria spec.</i> |
| c) β -Pilz ¹⁾ | o) <i>Macrosporium spec.</i> |
| d) <i>Wojnowicia graminis</i> | p) <i>Cladosporium spec.</i> |
| e) <i>Fusarium culmorum</i> | q) <i>Hormodendron spec.</i> |
| f) <i>Fusarium herbarum</i> | r) <i>Dictyosporium spec.</i> |
| g) <i>Fusarium avenaceum</i> | s) <i>Septonema spec.</i> |
| h) <i>Fusarium scirpi</i> | t) <i>Stachybotrys spec.</i> |
| i) <i>Fusarium nivale</i> | u) <i>Athrobotrys spec.</i> |
| k) <i>Fusarium equiseti</i> | v) <i>Acrothecium spec.</i> |
| l) <i>Fusarium spec.</i> | w) <i>Phoma spec.</i> |

¹⁾ Die Bezeichnung β -Pilz ist in der Tabelle für solche Pilze beibehalten worden, die nicht in Reinkultur gezüchtet und daher nicht identifiziert wurden. Nach ihrem Aussehen handelte es sich aber mit großer Wahrscheinlichkeit um *Cercospora herpotrichoides* Fron.

Tabelle 1. Übersicht.

Prot. Nr.	H e r k u n f t	Sym- ptome	Isolationsverfahren		
			α	β	γ
1 a	Eckendorf, Lippe	[C]	(—)	(—)	(l)
" 1 b	Desgl.	[C]	(—)	(b)	(b)
" 1 c	Desgl.	[C]	(—)	(e)	(l)
" 2	Fiefbergen; S-H.	[B, C]	(—)	(c, m, w)	(l)
" 3 a	Rethwischhöhe bei Oldesloe, S-H.	[B, C]	(t)	(b)	(f, i)
" 3 c	Desgl.	[B]	(a, r, w)	(c)	(—)
" 3 d	Desgl.	[A]	(w)	(c)	(—)
" 5	Groß-Harrie bei Einfeld, S-H.	[A]	(a, w)	(b)	(—)
" 6	Steinhorst, S-H.	[B, C]	(—)	(b)	(—)
" 9	Versuchsfeld Kitzeberg, S-H.	[B, C]	(m, u)	(l)	(c, f)
" 10	Klein-Wanzleben „Quappen“, Sa.	[C]	(o, p, r)	(l, m)	(l)
" 11	Quappen, Sa.	[C]	(w)	(l, n)	(l)
" 12	Wanzleben-Rötebach, Sa.	[C]	(—)	(—)	(l)
" 13	Desgl.	[C]	(n, p, t, w)	(m, s, w)	(l)
" 14	Aschersleben, Versuchsfeld, Sa.	[A]	(a)	(—)	(l)
" 15	Kerbe-Salzmünde, Sa. . . .	[C]	(l, w)	(b, l, m, q, t)	(c, k)
" 18	Saaleniederung bei Döblitz, Sa.	[A]	(w)	(b)	(l)
" 19	Desgl.	[A]	(s)	(c, e)	(h)
" 20	Bolzenhöhe, Sa.	[B]	(n, s, w)	(b)	(l)
" 26	Brodau, Sa.	[B, C]	(r, s)	(b)	(l)
" 28	Burgwerben, Gefilte, Sa.	[A]	(a, w)	(e)	(l)
" 29	Burgwerben, Kruusfeld, Sa.	[A]	(a)	(b, e)	(l)
" 30	Brodau, Sa.	[C]	(s, w)	(b, f)	(l)
" 31	Zschortau, Delitsch, Sa. . .	[B, C]	(d)	(b)	(f)
" 32	Brodau, Delitsch, Sa. . . .	[B, C]	(w)	(b)	(c, f)
" 39	Krakow B 3, P.	[B, C]	(n, p)	(—)	(a, c, e)
" 40	Büssow bei Krakow, P. . . .	[—]	(r, w)	(—)	(i, l, m)
" 41	Rosow bei Radekow, P. . . .	[A]	(a, w)	(—)	(l)
" 42	Neu-Radekow bei Bahn- hof Rosow, P.	[A]	(a, d)	(—)	(e)
" 44	Battinthal, P.	[B, C]	(d, w)	(l, m)	(e, m)
" 47 a	Elsterdorf bei Krempe, S-H.	[B]	(w)	(i)	(e, g)
" 47 b	Desgl.	[B]	(—)	(c)	(c, e)
" 48	Olpenitz, S-H.	[B]	(w)	(b)	(l)
" 50	Kiel-Achterwehr, S-H. . . .	[B, C]	(n)	(b, g)	(l)
" 51	Barlohe, S-H.	[A]	(a)	(c)	(l)

Fortsetzung von Tabelle 1.

	H e r k u n f t	Sym- ptome	Isolationsverfahren		
			α	β	γ
Prot. Nr. 52	Achterwehr- Rendsburg, S.-H.	[A]	(w)	(—)	(f)
" " 53	Neufelder-Koog, S.-H. . .	[A]	(s, w)	(b)	(c, l)
" " 54	Desgl.	[A]	(a)	(c)	(c, e)
" " 55	Marienfelde, S.-H.	[A]	(w)	(c)	(c)
" " 56	Meldorf, S.-H.	[C]	(—)	(b)	(c)
" " 73	Sturenhagen bei Dänischenhagen, S.-H. .	[B, C]	(v)	(c, l)	(e)
" " 80	Fehmarn, S.-H.	[B, C]	(—)	(b)	(l)
" " 82	Desgl.	[C]	(a)	(c)	(e)
" " 83	Desgl.	[C]	(w)	(c)	(f)
" " 84	Desgl.	[C]	(—)	(b)	(e)
" " 89	Hollenbecker Holz, S.-H.	[C]	(w)	(c)	(c)
" " 94	Neudorf, S.-H.	[B]	(w)	(b, l)	(—)
" " 96	Häven, S.-H.	[B]	(—)	(b)	(c)

Als das bemerkenswerteste Ergebnis scheint uns das häufige Auftreten der *Cercospora herpotrichoides* Fron in den von uns nach dem β -Verfahren isolierten Pilzkulturen. Über die Methoden, welche zu ihrer Erkennung als *C. herpotrichoides* führten, wird weiter unten zu reden sein. Hier interessiert zunächst die Tatsache, daß *C. herpotrichoides* gerade bei Anwendung desjenigen Verfahrens erhalten wurde, welches am meisten Aussicht bot, solche Pilze zu erfassen, die schon verhältnismäßig lange in dem Pflanzengewebe vorhanden waren, da sie die gesamten Halmgewebe durchwachsen haben mußten, und also damit diejenigen Pilze, welche als Schädlinge vor allen Dingen in Frage kamen. Die verhältnismäßig große Häufigkeit solcher Fälle, wo die übertragenen Gewebesteile überhaupt keinen Pilzanwuchs ergaben¹⁾ sprechen dafür, daß der Hohlraum eines noch nicht zu alten Getreidehalms im allgemeinen keine Mikroorganismen beherbergt. Außerdem spricht es für die Bedeutung der Auffindung dieses Pilzes an unserem Material, das französische Forscher schon früher *C. herpotrichoides*, welche sie zunächst als „Pilz X“ bezeichneten, als Erreger des „*piétin-verse*“ angesprochen haben (Foex und Rosella 1929, S. 778—779, 1930, S. 42—45, 1930, S. 78). Auf die Übereinstimmung einiger unserer

¹⁾ Z. T. nicht mit in die Tabelle aufgenommen.

β -Kulturen mit dem „Pilz X“ der französischen Autoren wurde bereits früher hingewiesen (Moritz 1932, S. 958). Wir haben es also bei *C. herpotrichoides* mit einem Pilz zu tun, welcher sowohl nach dem, was bereits über ihn bekannt ist, als auch nach der Methode zu urteilen, nach welcher er isoliert werden konnte, besondere Aufmerksamkeit verdient.

Es wurden demgemäß mit den als β -Kulturen erhaltenen Stämmen Infektionsversuche an Weizenkeimlingen angesetzt. Diese Versuche haben sowohl bei Verwendung von Konidien des Pilzes, wie auch bei Verwendung von Myzelkulturen, welche auf sterilisierten gequollenen Weizenkörnern gewachsen waren, ergeben, daß *C. herpotrichoides* Fron lebendes Gewebe der jungen Weizenpflanzen zu befallen und zu zerstören vermag. Die dabei erhaltenen Bilder decken sich weitgehend mit denjenigen, welche Foex und Rosella für Jugendinfektionen ihres „Pilzes X“ beschrieben haben (1929, S. 778—779, 1930, S. 43).

Die Tatsache, daß *Cercospora* nach den unter α und γ angeführten Verfahren fast nie erhalten wurde, ist darauf zurückzuführen, daß die stets vorhandenen Fusarien das Myzel dieses Pilzes sehr schnell überwachsen, so daß dann eine gesonderte Abimpfung nicht mehr möglich war. Doch konnten wir in den allermeisten Fällen in γ -Kulturen, in der Mitte der Kultur grau gefärbtes Myzel feststellen, welches mit großer Wahrscheinlichkeit unserem β -Pilz angehörte.

Während die Art der Auffindung der *Cercospora* schon ein Hinweis auf ihre mögliche Erregernatur darstellt, wird der umgekehrte Schluß, daß die *Fusarien*, welche nur in seltenen Fällen nach dem β -Verfahren isoliert werden konnten, keine große Rolle bei der Lagerfußkrankheit spielen, nicht möglich sein. Eine Bedeutung für das Zustandekommen der Schädigung würde man diesen Pilzen selbst dann noch nicht absprechen können, wenn sämtliche von uns isolierten Stämme für sich allein nicht pathogen wären. Ihre wahre Bedeutung wird vielmehr erst dann zu erkennen sein, wenn der Erfolg von Mischinfektionen (*Cercospora* + *Fusarium*) mit reinen *Cercospora*-Infektionen verglichen worden ist. Die von uns zu diesem Zweck angesetzten Vorversuche deuten in der Tat darauf hin, daß Mischinfektionen die Pflanzen stärker schädigen als Einzelinfektionen. In der Abb. 1 sind die Pflanzen der Gefäße 1 und 3 mit *Fusarium culmorum* Stamm 12 bzw. *C. herpotrichoides* Stamm 5 β infiziert, die des Ge-

fäbes 2 mit den beiden Pilzen zugleich. Hier sind nun die Keimlinge ohne Frage am stärksten geschädigt. Ob diese Einzel- bzw. Mischinfektionen später zu dem Bilde der Lagerfußkrankheit führen werden, ist eine Frage, welche noch erst durch entsprechende Versuche zu lösen sein wird. Foex und Rosella halten sie nach ihren Untersuchungen bezüglich *Cercospora* für im bejahenden Sinne entschieden (1930, S. 44).

Besondere Aufmerksamkeit verdienen unter dem Gesichtswinkel der Mischinfektionen die Fälle Nr. 5, Nr. 54 und Nr. 55 unserer Übersicht. Hier wurde bei typischer Ophiobolose neben *Ophiobolus graminis* gleichzeitig *Cercospora* bzw. der β -Pilz nachgewiesen. Das gleiche gilt für den Fall 29, der noch insofern



Abb. 1.

von besonderem Interesse ist, als echte *Ophiobolose*-Fälle auf Schwarzerde immerhin zu den Ausnahmen gehören dürften. Bei Fall 18 deuteten die äußeren Anzeichen auf *Ophiobolose*, während sich unter den festgestellten Pilzen keine *Ophiobolus*-Art, wohl aber *C. herpotrichoides* neben Fusarien fand. Das kann als Hinweis darauf gelten, daß aus den äußeren Symptomen nicht mit unbedingter Sicherheit auf den Erreger geschlossen werden kann, wenngleich andererseits natürlich die Unmöglichkeit, einen Pilz nach einer der angegebenen Methoden zu isolieren, noch nicht seine Abwesenheit sicherstellt. Im großen und ganzen aber scheinen die für die *Ophiobolose* bisher beschriebenen Merkmale (Wurzelschädigung, Weißährigkeit, kein Lager) diese Krankheit zu

charakterisieren, während Medaillonflecken und in den meisten Fällen Lager bei Fehlen ausgesprochener Wurzelschädigung die *Lagerfußkrankheit* auszeichnen.

Beim Vergleich unserer Ergebnisse mit denen anderer Forscher ergibt sich zunächst die bemerkenswerte Übereinstimmung mit Foex und Rosella bezüglich der Beziehungen der *C. herpotrichoides* zur *Lagerfußkrankheit*. Das überaus häufige Vorkommen der *Fusarien*, worüber Rathsclag (1932, S. 29) und Feistritzer (1932, S. 791) berichten, können wir bestätigen, wenngleich wir bezüglich der Bedeutung der *Fusarien* für das Zustandekommen der Krankheit uns zunächst Zurückhaltung auferlegen möchten. Die Mischinfektionen müssen erst zeigen, ob Schaffnit Recht hat, wenn er meint, daß die *Fusarien* von untergeordneter Bedeutung sind (1932, S. 535 und 1933, S. 493—495). Schaffnit schrieb die *Lagerfußkrankheit* „einem bisher in Deutschland unbekannten Pilz“ zu (1932, S. 535). Daß sich dieser „unbekannte Pilz“ ebenfalls als dem „Pilz X“ der französischen Forscher und damit auch unserer *C. herpotrichoides* gleich erwiesen hat (Schaffnit 1933, S. 495—496), stellt einen weiteren Hinweis auf die Bedeutung der *Cercospora* und für uns eine erwünschte Bestätigung dar. *Leptosphaeria herpotrichoides* de Not endlich, welche Müller und Hülsenberg (1927, S. 668) für Fußkrankheitserscheinungen verantwortlich machen, und über deren Vorkommen auch Foex berichtet, haben wir bisher nie nachweisen können. Wohl aber haben wir *Wajnowicia graminis* Mc. Alp gelegentlich gefunden (Fall 31, 42, 44).

Im folgenden sollen nunmehr die Verfahren beschrieben werden, welche zur Bestimmung unseres β -Pilzes als *Cercospora herpotrichoides* führten. Weitere Untersuchungen über Morphologie und Physiologie werden später folgen.

Obgleich die Kulturen unseres β -Pilzes zunächst sehr geringe Neigung zur Sporenbildung zeigten, wurden, wie bereits berichtet (Moritz, 1932, S. 958), in einem Falle schon *Cercospora*-Sporen gefunden. Mit einem von Foex isolierten Stamm der *Cercospora herpotrichoides*, den wir uns aus Baarn zum Vergleich kommen ließen¹⁾, stimmten viele unserer β -Stämme sowohl hinsichtlich verschiedener Wuchseigenschaften, wie auch in der geringen Neigung zur Sporenbildung überein. Auch sprachen das gleichartige Verhalten beim Eiweiß- und Peptonabbau für Gleichheit der Kulturen

¹⁾ Ein Verfahren, das Schaffnit anscheinend moniert (1933, S. 496).

untereinander und mit dem Vergleichsstamm aus Baarn. Die Mehrzahl der Stämme fruchtete jedoch zunächst weder auf den gebräuchlichen Agarnährböden, noch auf Nährböden wie Getreidestengeln, Lupinenstengeln, Weizenkörnern usw.

Auffällig war jedoch die Tatsache, daß mehrfach in Kulturen von 48 β und 94 β , die mit Bakterien verunreinigt worden waren, Sporen gefunden wurden. Dies dürfte unter dem Gesichtswinkel der Einwirkung der Mikroorganismen aufeinander Beachtung verdienen.

Einige Anhaltspunkte dafür, unter welchen Bedingungen *C. herpotrichoides* regelmäßig fruchtet, gab uns erst die Kultur der Stämme auf Hungeragar. Die Kulturen wurden in der Weise angesetzt, daß in die Mitte einer Platte mit reinem Agar (2%) ein Klumpen Nähragar gebracht wurde, von dem aus der Pilz auf den Nähragar hinüberwuchs. Bei Zimmertemperatur (9. 12. 32 bis 13. 1. 33) fruchteten nur 5 β , 40 β und 94 β . Nachdem die Stämme dann vom 13. 1. bis 17. 1. 33 bei 2 bis 3° C in den Kühlraum gestellt worden waren, hatten auch 53 β und 56 β Sporen gebildet. Die Kulturen 3a β , 5 β , 6 β , 15 β , 18 β , 19 β , 26 β und 32 β fruchteten erst, als sie vom 17. 1. bis 24. 1. 33 erneut unter Laboratoriumsbedingungen gehalten worden waren. Offenbar hatte bei ihnen die tiefe Temperatur das Fruchten begünstigt. Den Temperatureinflüssen wurde daher besondere Beachtung geschenkt. Und zwar wurde die Frage mit berücksichtigt, ob tiefe Temperaturen oder Temperaturschwankungen günstiger sind.

Auf den zuerst erwähnten nährstoffreichen Medien wie Agar + Maltyl + Liebig fruchteten die Stämme bei tiefer Temperatur solange nicht, als sie üppige Luftmyzelentwicklung zeigten. Erst später, nachdem die Kolonien in sich zusammengesunken waren, bildeten sich Sporen in großen Mengen (vgl. auch Sprague, 1931, S. 51). Auf Häcksel, Weizenkörnern und Hefeagar wurden unter dem Einfluß tiefer Temperaturen bei einigen Stämmen schon nach wenigen Tagen Sporen gefunden. Ein Unterschied in dem Einfluß konstanter und schwankender niederer Temperaturen trat jedoch noch nicht deutlich hervor.

Ein etwas klareres Bild von den Bedingungen, unter denen *Cercospora herpotrichoides* regelmäßig fruchtet, konnten wir uns erst machen, als wir die Stämme auf einem Gemisch von 20 g Agar, 300 g Erde und 1000 ccm Wasser kultivierten. Das Wachstum auf diesem Nährboden war nur sehr spärlich. Luftmyzel wurde überhaupt nicht gebildet. Dagegen fanden sich

Sporen zumeist in großen Mengen, aber nur dann, wenn die kulturellen Temperaturschwankungen, die bis unter den Nullpunkt hinunter reichten, ausgesetzt waren. Bei konstanten niederen Temperaturen war die Konidienbildung lange nicht so stark. In Tabelle 2 sind diese Befunde zusammengestellt. Die Abb. 2 gibt die Temperaturschwankungen, denen die Pilze auf dem Ostaltan der Zweigstelle ausgesetzt waren, graphisch wieder. Im Kühlraum herrschten während der Dauer des Versuches $2-3^{\circ}\text{C}$.

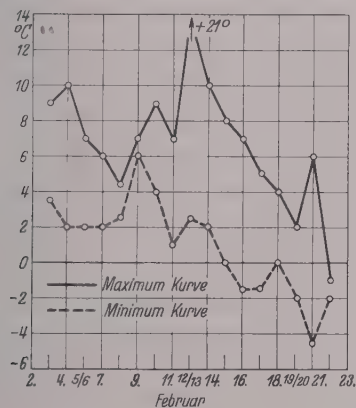


Abb. 2.

Tabelle 2. Fruchtungsintensität der *Cercospora*-Stämme auf Erdagar bei konstanter niederer Temperatur (Kühlraum $2-3^{\circ}\text{C}$) bzw. bei schwankender Temperatur (Ostaltan).

Standort	Sehr stark gefruchtet	Nicht sehr stark gefruchtet	Sporen vereinzelt	Nicht gefruchtet
Kühlraum	1b γ	18 β , 26 β , 32 β	15 β , 19 β , 29 β , 30 β , 50 β , 94 β	<i>Cerc.</i> 1b β , 3a β , 5 β , 20 β , 31 β , 48 β , 53 β , 56 β , 80 β , 84 β , 96 γ
Ostaltan	<i>Cerc.</i> 1b β , 1b γ , 3a β , 5 β , 15 β , 18 β , 19 β , 20 β , 26 β , 29 β , 30 β , 32 β , 48 β , 50 β , 53 β , 80 β , 84 β , 94 β	6 β , 31 β	56 β , 96 γ	—

Unter den Bedingungen für die Sporenbildung bei *Cercospora herpotrichoides* Fron scheinen also tiefe Temperaturen besonders wichtig zu sein. Schwankungen sind dabei günstiger als konstante tiefe Temperaturen. Eine starke Luftmyzelausbildung scheint die Sporenbildung zu hemmen. Da sie besonders auf nährstoffarmen Medien ausbleibt, dürfte auch Hunger eine der Bedingungen sein, unter denen der Pilz Sporen bildet (s. Hungeragar und Erdagar). So erklärt sich vielleicht auch der Befund, daß auf nährstoffreichen Medien wie Kartoffelagar das Fruchten erst nach einem gewissen Alter der Kultur einsetzte, nämlich dann, wenn das Luftmyzel zusammengesunken war. Wahrscheinlich hatte der Pilz zu dieser Zeit die Nährstoffe bereits verbraucht.

Schaffnit (1933, S. 497) berichtet, daß seine *Cercospora*-Stämme auf *Kartoffelstengelagar* reichlich fruchteten. Ob dabei die von uns besonders hervorgehobenen Bedingungen mitgesprochen haben, läßt sich aus den Angaben des Verfassers nicht entnehmen.

Nachdem wir durch die hier mitgeteilten Versuche alle 23 Kulturen des Pilzes „x“ als *Cercospora herpotrichoides* identifiziert hatten, stellten wir die rein mykologischen Studien zunächst ein, um uns der praktisch wichtigeren Frage der Pathogenität zuzuwenden (s. oben).

Zusammenfassung.

Die an der Halmbasis fußkranker, insbesondere lagerfußkranker Weizenpflanzen vorkommende Pilzflora wurde analysiert. Der von Moritz (1932, S. 957—958) mitgeteilte Befund, durch den *Cercospora herpotrichoides* Fron erstmalig für Deutschland nachgewiesen wurde, wird dahingehend erweitert, daß dieser Pilz die Lagerfußkrankheit mit einer gewissen Regelmäßigkeit begleitet, und daß er an jungen Weizenpflanzen pathogen werden kann. Für die Konidienbildung des Pilzes sind vor allem Temperatur- und Ernährungsbedingungen wichtig.

Die Durchführung dieser Untersuchung wurde uns durch vielfältige Hilfe von verschiedenen Seiten ermöglicht. Unser Dank gebührt vor allem der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft. Dann sind wir den Herren Geheimrat Falke, Dr. Fuchs, Saatzuchtleiter Riebesel, Prof. Römer, Dr. Schmidt, Dr. Tangermann und Prof. Zade für Hilfe und Rat bei der Materialbeschaffung zu Dank verpflichtet. Auch Herrn Dr. Wollenweber danken wir ergebenst für die freundliche Bestimmung einiger Pilzstämme.

Schriftenverzeichnis.

1. Becker, Vom Lagern des Weizens. Mitteilungen der D.L.G. **47**, Heft 37, 1932, S. 668/669.
2. Feistritz, W., Haben die neueren Untersuchungsergebnisse über Fußkrankheit einen Einfluß auf die Sortenwahl? Mitt. d. D.L.G. **47**, 44, 1932, S. 791—793.
3. Foex, Et. et Rosella, Et., Contribution à nos connaissances sur le Piétin du blé. Comptes rend. de l'acad. des Sciences **189**, 1929, 2, p. 777—779.
4. — —, Sur les diverses formes du piétin. Revue de path. veg. et d'entom. agr. **17**, 2, 1930, p. 41/51.
5. — —, Recherches sur le Piétin. Extrait des Annales des épiphyties **2**, 1930, p. 51—82.
6. Müller, K. und Hülsenberg, H., Weißfährigkeit des Weizens und ihre Ursachen. Landw. Wochenschrift f. d. Prov. Sachsen und Anhalt **29**, 1927, S. 668—670.
7. Moritz, O., Die Fußkrankheiten des Weizens. Mitt. d. D.L.G. **47**, 52, 1932, S. 957—958.
8. Rathschlag, H., Vorkommen und Verbreitung der Fußkrankheitserreger in der Börde im Jahre 1930/31. Angew. Botanik **14**, 1, 1932, S. 28—33.
9. Schaffnit, E., Zu den bisherigen Ernteschäden durch Lagern des Weizens. Dtsch. Landw. Presse **59**, Nr. 43, 1932, S. 535—536.
10. —, *Cercospora herpotrichoides* Fron als Ursache der Halmbruchkrankheit des Getreides. Phytopath. Zeitschr. **V**, 1933, S. 493—503.
11. Sprague, R., *Cercospora herpotrichoides* Fron, the cause of the Columbian footrot of winter wheat. Science N. S. **74**, 1931, p. 51—53.

Rauchsäuren als bodenzerstörender Faktor.

Von

A. Wieler.

In seinem Werke „Entstehung, Erkennung und Beurteilung von Rauchsäuren“ widmet Haselhoff (7) auch der Einwirkung der schwefeligen Säure und der Schwefelsäure auf den Boden einen Abschnitt, in dem er sich mit meinen einschlägigen Arbeiten beschäftigt. Da ich seiner Zeit die Aufmerksamkeit hierauf gelenkt habe, nachdem die bisherigen Forscher auf diesem Gebiete die Mitwirkung des Bodens übersehen oder unterschätzt hatten, so ist eine weitgehende Berücksichtigung meiner Untersuchungen durchaus gerechtfertigt. Leider geschieht das aber nicht mit der nötigen Objektivität, was bei einem Handbuch, das vielleicht für Jahrzehnte die Auffassung auf diesem Gebiete bestimmt, besonders

zu bedauern ist. Ich kann Haselhoff nicht den Vorwurf ersparen, daß er meine Veröffentlichungen nicht mit der erforderlichen Aufmerksamkeit gelesen und neuere, diesen Gegenstand betreffende Arbeiten nicht berücksichtigt hat (20—24).

Da ich, indem ich auf die Säure als bodenzerstörenden Faktor hinwies, einen neuen Gedanken in die Rauchschaadenforschung gebracht habe, wäre es geboten gewesen, eine objektive Darstellung meiner Gedankengänge zu geben und erst an diese die Kritik anzuknüpfen, damit jeder Leser sich eine klare Vorstellung machen könnte, was meine Untersuchungen bezweckten, und inwieweit sie eventuell verfehlt sind. Ein Handbuch darf nicht zu einer Streitschrift werden. Soweit von einer Darstellung meiner Ideen überhaupt die Rede ist, sind sie unrichtig wiedergegeben, was ich im folgenden zeigen werde. Durch Haselhoffs Kritik werden die durch meine Untersuchungen festgestellten Tatsachen nicht aus der Welt geschafft, es kann höchstens erreicht werden, daß sie bei Beurteilung von Rauchschaaden nicht berücksichtigt werden.

Ich habe darauf hingewiesen, daß die Säure, welche als Abgas die Vegetation trifft und schädigt, auch auf den Boden gelangt und ihn verändern muß (17—19). An dieser Tatsache ist nicht zu rütteln. Es kann nur die Frage sein, ob sich diese Bodenzerstörung für die Vegetation schädlich auswirkt, und es wäre zu prüfen, ob nicht manche Erscheinung die man an beräucherten Holzgewächsen beobachtet, auf Veränderungen, die im Boden vor sich gehen, zurückzuführen, oder das Ergebnis von Zusammenwirken dieser Veränderungen und den direkten Einwirkungen der Säure auf die oberirdischen Pflanzenteile ist. Solche Fragen aufzuwerfen, dürfte besonders berechtigt sein in Gebieten, wo es ein Menschenalter dauern kann vom Beginn der Schäden bis zur Vernichtung der Vegetation (12). Wird über solche ernste Fragen mit ein paar unbedeutenden Bemerkungen hinweggegangen, so liegt das sicherlich nicht im Interesse der Sache.

Ich habe betont, daß durch die niederfallende Säure der Boden allmählich entkalkt wird, und auf die Folgen hingewiesen, die das für die Vegetation haben muß. Auf die große Bedeutung, die gerade dem Kalk zukommt, werde ich später noch eingehen müssen. Meine Gegner haben diese meine Ansicht zu einer „Theorie der Entkalkung“ gestempelt. Dieses vorausgeschickt, führe ich jetzt an, was Haselhoff in seinem Buche über meine Entkalkungstheorie sagt: „Wieler sieht in dieser Entkalkung des Bodens die

hauptsächliche Ursache der schädlichen Wirkung saurer Rauchgase auf das Pflanzenwachstum. Er glaubt, die unmittelbaren Wirkungen der sauren Gase auf die Blattoorgane zurücktreten lassen und als sekundär bezeichnen zu sollen, soweit es sich um chronische Schäden handelt. Dagegen nimmt Wieler für akute Schäden die Blattverletzungen durch die Säure in erster Linie als Ursache der Schädigung in Anspruch, obwohl auch hierbei die Entkalkung in Frage kommen kann. Diese Auffassung Wielers über das Zurücktreten der Wirkung der Rauchgase auf die Blattoorgane bei der Schädigung des Pflanzenwachstums ist im allgemeinen nicht richtig“ (S. 65).

Ich frage Haselhoff, wo ich das gesagt habe, was er als meine Meinung mir unterstellt. Der Entkalkungsprozeß ist ein allmählich und langsam wirkender Vorgang, und schon aus diesem Grunde kann er gar nicht für alle Schäden verantwortlich gemacht werden. Wer meine Veröffentlichungen aufmerksam gelesen hat, dem wird klar geworden sein, welche Schäden für die Entkalkung in Betracht kommen. Ich habe nie darüber Zweifel gelassen, daß akute Schäden dadurch zustande kommen, daß die Gewebe unmittelbar durch eindringende Säure getötet werden (18). Die Ackerböden mit ihrer kurzlebigen Vegetation scheiden bei der ganzen Betrachtung vollkommen aus, es sei denn, daß ganz besondere Verhältnisse vorliegen, wie ich sie glaubte gefunden zu haben in einem Rauchschadenfall, den Haselhoff für die Dortmunder Zinkhütte beschreibt (6). Wenn meine Vermutung unrichtig ist, wenn die Blöße nicht von Kalkmangel herrührt, obgleich ihre Entstehung nie befriedigend aufgeklärt worden ist, so tut das nichts zur Sache und kann in keiner Weise meine Deduktionen erschüttern. Bei den Ackerböden wird eine Entkalkung immer wieder wettgemacht durch die regelmäßige Kalkung des Bodens. Praktisch auswirken kann sich die Entkalkung nur bei langlebigen Gewächsen und auf Böden, die einer Melioration nicht zugänglich sind. Wenn Haselhoff meine Bücher sorgfältig gelesen hätte, so wüßte er genau, was ich gemeint habe, auch wenn ich von chronischen Schäden sprach, bei denen sich die Entkalkung bemerkbar machen könnte. Unter „chronisch“ wird so viel Verschiedenes zusammengefaßt, daß man sich immer ganz genau ansehen muß, was der Autor damit meint. Auf der ersten Seite meines Buches „Pflanzenwachstum und Kalkmangel“ (1) habe ich hervorgehoben, welche Schäden gemeint sind. „Ganz besonders

deuten die chronischen und unsichtbaren Schäden darauf hin, Schäden, bei denen keine Beschädigung der Blattorgane auftritt, und bei denen trotzdem die Pflanzen leiden und allmählich zugrunde gehen.“ Schäden bezieht sich als Apposition sowohl auf chronisch wie auf unsichtbar. Auf S. 7 habe ich geschrieben: „Es hat mir aber ganz fern gelegen, im Bodenfaktor die einzige Ursache von Rauchschäden zu suchen. Die akuten Schäden sind selbstverständlich nicht hieraus zu erklären, wenn sich mit ihnen auch die Wirkung der Entkalkung verbinden kann. Und etwas Ähnliches gilt auch für manche chronische Schäden¹⁾. Es wird eine Aufgabe für die Zukunft sein, zu ermitteln, in welchem Grade in jedem einzelnen Falle die beiden Faktoren an der Zerstörung der Vegetation beteiligt sind. Einstweilen war es aber wichtig, darauf hinzuweisen, daß in der Bodenveränderung ein sehr gewichtiges Moment für die Rauchschadenwirkung zu suchen ist.“ Was hier steht, ist doch etwas ganz anderes, als Haselhoff geschrieben hat. Ich habe nie behauptet, daß die Entkalkung an der Bildung der akuten Schäden beteiligt sei, sondern nur, daß beide nebeneinander vorkommen können. Das gleiche gilt für manche chronische Schäden, auch neben ihnen könnte die Entkalkung zur Geltung kommen, und warum auch nicht? Die beiden Wirkungen schließen sich doch nicht aus. Ob Haselhoff zu einer so kategorischen Erklärung, wie sie sein letzter Satz enthält, berechtigt war, bezweifle ich. Nach meinen Erfahrungen traten die sichtbaren Schäden in den hiesigen Waldungen sehr stark zurück, während ein allgemeines Kränkeln der Vegetation nicht zu verkennen war. Dieser Umstand hat mich ja gerade erst dazu geführt, mich mit der Bodenfrage zu befassen. Ich bedaure, daß Haselhoff es niemals für nötig befunden hat, im Laufe von 30 Jahren sich einmal das hiesige Rauchschadengebiet anzusehen, obgleich er doch früher die verschiedensten Gebiete bereist hat. Ebenso bedaure ich, daß er es nicht für nötig befunden hat vor Abfassung des Handbuches, sich meine Kulturen im Clausthaler Rauchschadengebiet anzusehen und sich davon zu überzeugen, daß die Forstverwaltung dort mit Erfolg aufforstet. Aus Fig. 7 meiner Abhandlung „Ein Beitrag zum Verständnis des Wesens der aktuellen Bodenazidität und ihres Einflusses auf das Wurzelwachstum“ (25)

¹⁾ Hier ist, wie leicht erkennbar, chronisch in anderem Sinne, etwa im Sinne von Wislicenus gebraucht.

kann er ersehen, daß im dortigen Rauchschaengebiet die Bäume auf gekalktem Boden wachsen.

Die bis dahin unerklärte Erscheinung der Rauchblöße wurde mir ein ganz wichtiges Argument für die Wirkung der Bodenentkalkung auf die Vegetation; denn nur aus einer solchen heraus waren die Erscheinungen, die dort beobachtet wurden, erklärlich. Ich habe es deshalb sehr begrüßt, als sich mir die Gelegenheit bot, im Clausthaler Rauchschaengebiet entsprechende Kalkungsversuche vorzunehmen. Das Ergebnis derselben war, daß, während auf den ungekalkten Parzellen nichts wuchs, die Bäume auf den gekalkten gediehen, und daß sich auf den letzteren auch bald die einheimische Unkrautflora einfand. Die sorgfältig ausgeführten Versuche habe ich eingehend in meinem Buche „Kalkmangel und Pflanzenwachstum“ dargestellt, da ich annehmen konnte, daß diese biologische Untersuchung über den Rahmen der Rauchforschung hinaus Interesse beanspruchen würde. Ich habe die Einwirkung der Entkalkung auf das Wurzelwachstum der Pflanzen genau untersucht, habe mich darüber verbreitet, wie die Mikroflora beeinflußt wird, und was für Folgen das auf die Entwicklung der höheren Pflanzen haben muß. Nicht nur habe ich hier an einem praktischen Beispiel die Bedeutung des Bodenfaktors kennen gelehrt, sondern ich habe gleichzeitig damit eine Erklärung für das Auftreten der Rauchblößen gegeben. Die Beweisführung dürfte einwandfrei sein. Diese Erklärung will Haselhoff jedoch nicht anerkennen. „Wieler selbst gibt für die Beurteilung der Entkalkung der Böden in den untersuchten Rauchschaengebieten keine Unterlagen, da Feststellungen über den ursprünglichen Kalkgehalt des Bodens fehlen. Er schließt aus dem durch Düngungsversuche festgestellten Kalkbedürfnis der Böden auf Entkalkung durch Raucheinwirkung und übersieht, daß es sich dabei um Kalkarmut des ursprünglichen Bodens handeln kann“ (S. 66). Dieser Einwand ist außerordentlich unüberlegt. Wenn der Boden von Haus aus kalkarm gewesen wäre, dann hätten hier nie Bäume gestanden. Der Boden dürfte einen Kalkgehalt gehabt haben wie die bewaldeten Böden der Umgebung. Daß auf der Blöße Bäume gestanden haben, ist bekannt (11), wird auch von Haselhoff (6) angenommen. Das Clausthaler Rauchschaengebiet ist nach ihm ein Musterbeispiel, um die Zerstörung des Waldes durch Hüttenrauch zu demonstrieren; er empfiehlt den Besuch des Innerstetales jedem, „der den Typus einer rauchbeschädigten Gegend sehen will.“ Denn fast an keiner

anderen Stelle „läßt sich so deutlich der Übergang von der intensivsten bis zur schwächsten Beschädigung sehen wie an der Clausthaler Hütte.“ Auch hier wiederholt sich die in der ganzen Norddeutschen Tiefebene überall beobachtete Erscheinung „wenn der Wald verschwindet, tritt die Heide seine Erbschaft an.“ Eine Erklärung für das Zustandekommen der Rauchblößen ist das nicht, eine solche wird auch von unseren Autoren nicht versucht. Vielleicht sind sie in dem Wahn befangen gewesen, daß des Hüttenrauches wegen keine neue Vegetation wieder in die Höhe kommen kann. Aber mit diesen Angaben gibt Haselhoff zu, daß hier Bäume gestanden haben, daß also kein kalkarmer Boden ursprünglich vorhanden gewesen ist, sondern daß der ursprüngliche Boden sich verändert hat, und diese Veränderung kann nur durch den Hüttenrauch herbeigeführt worden sein. Damit hat er selbst seinem Einwand die Grundlage entzogen. Es muß schon dabei bleiben, daß die von Haselhoff geschilderten Erscheinungen im Clausthaler Rauchschadengebiet durch eine Entkalkung des Bodens entstanden sind, und gerade aus dem Studium der Verhältnisse bei Clausthal verstehen wir jetzt, warum in der Norddeutschen Tiefebene die Heide die Erbschaft des Waldes antritt. Der Wald geht zugrunde, weil aus irgend welchen Gründen der Boden an Kalk verarmt. Dann findet die Heide noch ihre Existenz, behauptet Gräbner (5) doch sogar, daß die Bodenarmut die Bedingung für das Auftreten der Heide sei.

Es scheint, daß heute solche Musterbeispiele nicht mehr nötig sind; denn die Beschreibung des Clausthaler Rauchschadengebietes ist in dem neuen Werke weggeblieben; auch die übrigen Hütten des Harzes werden nicht mehr berücksichtigt. Ich glaube, es ist ein Mangel des Buches, daß nicht wenigstens an einem Beispiel gezeigt wird, welchen Verlauf die Zerstörung der Vegetation unter Hüttenrauch nehmen kann. Wenn auch bei uns zu Lande solche krasse Schäden kaum mehr auftreten, so kann es doch in anderen Ländern der Fall sein, wo noch mit primitiveren hüttenmännischen Methoden gearbeitet wird. Und wir wollen dem Buche doch wünschen, daß es auch im Auslande Verbreitung findet.

Weiteren Fällen unfruchtbarer Kritik nachzugeben, ist zwecklos. Ungewollt sieht Haselhoff alle Verhältnisse vom Gesichtspunkt des Agrikulturchemikers aus, der es mit den landwirtschaftlich genutzten Böden zu tun hat. Wie ein roter Faden zieht sich durch das ganze Kapitel die Behauptung, daß im Boden immer

genügend Basen vorhanden wären, um die niederfallende Säure zu neutralisieren. Schon 1904 (17) habe ich darauf hingewiesen, daß man übersehen hätte, daß es Fälle gäbe, wo der vorausgesetzte Gehalt an Basen nicht vorhanden wäre. Die Wiederholung der alten Behauptung von Haselhoff 1933 überrascht um so mehr, als er eigentlich schon 1903 (6) das von mir Behauptete zugegeben hat; denn er schrieb damals, daß, wenn die Karbonate in der Oberkrume verbraucht wären, die Umsetzungen im Untergrund stattfänden, so daß dem Boden von seiten der schwefligen Säure keine Gefahr drohe. Was nützt der Pflanze die Neutralisation der Säure im Untergrund, wenn sie in der Oberkrume nicht mehr die Bedingungen für ihre Existenz findet?

Bei den Veränderungen der Böden durch die Säure ist die Entkalkung das Wesentliche, auch das Primäre. Es mutet deshalb sonderbar an, wenn Haselhoff mit agrikulturchemischer Peinlichkeit darauf hinweist, daß es richtiger „Entbasung“ hieße, da auch andere Basen durch die Säure entführt würden. Das ist vollkommen zutreffend, aber für den vorliegenden Fall durchaus belanglos. Es kommt eben auf die Entkalkung an. Sie hat zwei Übel im Gefolge. Der kohlensaure Kalk verschwindet mit der Zeit, indem er als Gips weggeführt wird. Hierdurch wird einerseits der Pflanzenwelt der Kalk entzogen, andererseits der Boden sauer gemacht, wodurch eine weitere Schädigung der Pflanzen eintritt. Ein saurer Boden ist doch gerade ein Boden, in dem nicht genug Kalk vorhanden ist, um die entstehende Säure zu binden. Wenn nun zu diesem Zweck der Kalk nicht ausreicht, so wäre das nach Haselhoff noch kein Unglück; denn es ständen ja noch andere Basen zur Verfügung. Als wenn es nur auf die Neutralisierung ankäme. Welches sind nun diese Basen? Alkalien kommen nicht in Frage; sie sind, wenn sie nicht verschwunden sind, sicher schon lange abgesättigt. Magnesia verhält sich wie Kalk und dürfte in sauren Böden auch nicht in überschüssiger Menge zur Bindung von Säuren vorhanden sein. An Basen, die die Säuren binden könnten, bleiben also nur Eisen- und Aluminiumverbindungen übrig. Eine Neutralisierung mit diesen ist aber nur eine scheinbare, wie Haselhoff als Agrikulturchemiker wissen dürfte; denn die Ferri- und die Aluminiumsalze sind sauer. Sie sind dissoziiert, so daß in sauren Böden Schwefelsäure auftritt (25). Wenn man sich das vergegenwärtigt, wird man mir beipflichten, daß der Kalk ausschlaggebend ist, und daß man alle Ursache hat,

sich ernstlich mit diesen Fragen zu beschäftigen. Klarer als damals, als ich meine Untersuchungen veröffentlichte, überblickt man heute die Aziditätsverhältnisse der sauren Böden.

Meine Untersuchungen ließen deutlich die nachteilige Einwirkung des Kalkmangels auf das Wachstum erkennen. Heute messe ich der Bodenazidität dabei eine größere Bedeutung bei als damals. Seit jener Zeit sind Methoden ausfindig gemacht, die es ermöglichen, die aktuelle Azidität der Böden genau zu bestimmen. Ich habe nun die von meinen früheren Untersuchungen herrührenden Bodenproben auf ihren pH-Wert untersucht (25). Die Böden erwiesen sich als sehr sauer, so daß die Wurzeln darin nicht bestehen oder wenigstens nicht wachsen können. In diesem hohen Grade der Azidität, die von Schwefelsäure herrührt, ist in erster Linie die schädliche Wirkung des Bodens zu suchen. Setzt man solchen sauren Böden die angemessene Menge Kalk zu, so wird dadurch die Säure neutralisiert und der Pflanze gleichzeitig die ihr nötige Menge Kalk zur Verfügung gestellt. Dann kann auf dem Boden eine Vegetation wieder hochkommen, wie das auf meinen Versuchsflächen im Harz der Fall war. Sollte das Wachstum nicht so üppig wie früher ausfallen, so könnte das darin seinen Grund haben, daß auch andere Nährstoffe verschwunden sind, oder daß die Tätigkeit der Mikroorganismen noch nicht wieder begonnen hat; denn in den entkalkten Böden können sich gerade die Bakterien nicht entwickeln, die für die Fruchtbarkeit bestimmend sind. In solchen Fällen muß man in der geeigneten Weise nachhelfen. Aber den Gedanken, daß die Rauchblößen zur ewigen Unfruchtbarkeit verurteilt seien, kann man getrost aufgeben. Wenn man in früherer Zeit die Blößen im Clausthaler Rauchschadengebiet vergeblich versucht hat, aufzuforsten (5), so kann der Mißerfolg nur darin gesucht werden, daß man dem Boden keinen Kalk zugesetzt hat.

In meinem Buche (19) habe ich auseinandergesetzt, wie die Entkalkung des Bodens auf die Vegetation wirkt. Wird das Wurzelwachstum durch Einwirkung der Bodensäure gehemmt, so muß auch das Wachstum der oberirdischen Teile der Pflanzen beschränkt sein; denn es dürfte zwischen dem Wachstum der Wurzeln und der Achsen mit ihren Blättern ein korrelatives Verhältnis bestehen. Wo das Gesamtaussehen der Vegetation sich verschlechtert, wird man mit solchen Bodeneinflüssen rechnen dürfen. Kalkmangel im Boden kann auch Vergilbung der Blattorgane herbeiführen.

Man darf vielleicht mit Recht die Frage aufwerfen, woher die Animosität gegen die „Entkalkungstheorie“ stammt, wo es doch selbstverständlich ist, daß der Boden bei der Einwirkung der Säure in Mitleidenschaft gezogen wird. Haselhoff ist ja nicht der einzige. Wislicenus steht auf demselben ablehnenden Standpunkt. Glaubt er doch meine Ausführungen mit der Bemerkung abtun zu können, daß Rauchschäden auch an Wäldern auf Kalkboden vorkämen. Demnach scheint auch er vorauszusetzen, daß ich annehme, daß alle Schäden von einer Entkalkung herrühren sollen. Zunächst dürfte diese Animosität darin ihren Grund haben, daß die Genannten sich mit meinen Veröffentlichungen nicht genügend bekannt gemacht haben. Dann aber vielleicht auch darin, daß die Wirkung der Entkalkung, da sie sehr allmählich vor sich geht, schwierig zu beurteilen ist. Man kann keine allgemeinen Angaben machen, wann sie nach Beginn beständiger Beräucherung für die Pflanzen fühlbar wird. Es hängt das ab von dem Kalkgehalt des Bodens, den Ansprüchen der betreffenden Pflanze an Kalk und von der Menge Säure, die auf den Boden gelangt. Ein alkalischer Boden wird ja zunächst nicht in Gefahr sein, ein neutraler vielleicht auch nicht, ein schwach saurer schon viel eher. Bei fortgesetzter Beräucherung wird der saure Boden immer saurer, der neutrale sauer und der alkalische neutral. Nicht nur die Waldböden unterliegen der Entkalkung, sondern auch die Ackerböden, nur daß es bei ihnen nicht bemerkt wird, da sie regelmäßig, wenigstens in einer gut geleiteten Wirtschaft, gekalkt werden, immerhin möchte ich vermuten, daß im Ruhrgebiet, wo nach Niggemeyer (27) im Jahre 87—90 g SO_3 auf 1 qm niederfallen, stärker gekalkt werden muß als in einer rauchfreien Gegend. Dafür scheinen die Angaben von Herbst (9) und Schwedler (13) zu sprechen. Beide haben Erfahrungen über Gemüsebau in Rauchgegenden veröffentlicht. Herbst hebt hervor, daß als erste Bedingung gelten müßte, „daß sich der Boden in Hochkultur befindet und besonders mit Kalk angereichert ist“. Ähnlich äußert sich Schwedler.

Vielleicht würde man sich eher mit der „Entkalkungstheorie“ abgefunden haben, wenn wir mehr Angaben über die Mengen Säure hätten, die auf den Boden gelangen, wodurch eventuell die Gefahr für ihn und die Vegetation anschaulicher würde. Man hat berechnet, welche ungeheure Mengen schweflige Säure in die Luft gelangt; ich verweise auf die Berechnungen von Burkheiser (2)

für das Ruhrgebiet, von Hasenclever (8) für das Stolberger und von Reuß für das Myslowitz-Kattowitzer Gebiet (12). Wo bleibt die viele Säure, verschwindet sie spurlos in der Atmosphäre? Ein Teil der Säure gelangt jedenfalls auf den Boden, leider wissen wir nicht, wieviel das ist. Wenn keine Säure auf den Boden gelangte, dann könnten auf den Äckern keine Rauchschäden auftreten. Sendtner (14) hat es übrigens ausdrücklich festgestellt aus einer Anreicherung einer Schneedecke an Säure in München. Ich selbst habe aus Boden, der dem Rauche ausgesetzt war, SO_2 herausdestillieren können. Die Agrikulturchemiker würden sich ein Verdienst erwerben, wenn sie zu ergründen suchten, wieviel gasförmige Säure auf den Boden gelangt.

Hierzu gesellt sich die Säure, die mit Regen und Schnee auf den Boden gelangt. Für Prag konnte Stoklasa (16) feststellen, daß im Jahre auf den Quadratmeter 23,8 g SO_3 niederfallen. Die Mengen, die Cohen und Ruston (3) an verschiedenen Punkten bei Leeds auffingen, schwankten im Jahre zwischen 10 und 24 g pro qm. Niggemeyer (27) ermittelte für das Jahr und pro qm:

für Münster i. W.	13 g
für Gerthe bei Bochum	33 g
für Gelsenkirchen	87 g
für Dortmund	89,6 g

Interessante Angaben verdanken wir Gerlach aus Waldenburg i. S. (4). Mit seinem „Separator“ hat er die sauren Regenwässer aus der Krone einer Eiche vom 27. März bis 7. Mai und vom 17. Mai bis 31. Juli aufgefangen. Sie enthielten SO_3 und HCl . Der leichteren Übersicht wegen habe ich für die Salzsäure die äquivalente Menge SO_3 eingesetzt. In dem Zeitraum von 118 Tagen, worunter 56 Regentage waren, hat er 636 Liter Regenwasser aufgefangen. Mit diesem Wasser gelangten 48,7 g SO_3 auf den Boden, und dabei handelte es sich nur um ein Drittel des Jahres. Immerhin sieht man hieraus schon, welche große Mengen Wasser am Stamm eines Baumes zusammenlaufen, und welche Mengen Säure gerade dem Boden um den Fuß des Stammes herum zugeführt werden. Man wird den Gedanken schwerlich ablehnen können, daß hier der Boden stark entkalkt werden muß. Man wird sich nicht wundern können, wenn bei anhaltender Beräucherung allmählich um die Bäume herum Rauchblößen entstehen, wie sie die Engländer (1) beschrieben haben, und wie sie auch Oster beobachtet hat.

Die an verschiedenen Stellen ermittelten Säuremengen schwanken in weiten Grenzen. Auch die absoluten Werte sind von sehr verschiedener Größe. Ihre wahre Bedeutung erhalten diese Zahlen aber erst, wenn man sie in Beziehung zu dem Kalkgehalt der Böden setzt. Viele Waldböden haben einen sehr geringen Kalkgehalt. Die sandigen Böden in der Oberförsterei Freienwalde hatten z. B. folgenden Kalkgehalt:

Bonität II/I	0,156 %
Bonität II/III	0,128 %
Bonität III	0,082 %
Bonität IV	0,025 %

Ein Boden der Bonität IV wird eher entkalkt sein als einer der Bonität II/I. Die bei Dortmund niedergehende Säuremenge würde genügen, um einen Waldboden mit 0,025 % Kalk weitgehend in den oberen 20 cm in einem Jahr zu entkalken, wenn die Voraussetzung gemacht wird, daß jedes Säureteilchen ein Kalkteilchen trifft. Das spez. Gew. des Bodens soll zu 1,5 angenommen werden. Dann wiegt die 20 cm hohe Schicht 300 kg. Sie enthalten also 75 g Kalk. Diese zu neutralisieren sind 107 g SO_3 nötig. 90 g stehen zur Verfügung. Nun weiß ich wohl, daß sich der Vorgang nicht so quantitativ abspielen wird. Die Entkalkung wird also langsamer verlaufen, aber es ist auch gar nicht nötig, daß der Boden ganz entkalkt wird, damit eine Einwirkung auf die Vegetation eintritt; denn die Bäume müssen leiden, wenn der Kalkgehalt nur um einen bestimmten Betrag heruntergeht. Wie groß der ist, ist nicht allgemein anzugeben, da diese Verhältnisse nicht genügend bekannt sind. Jedenfalls kann man sich für den angenommenen Fall denken, daß eine Einwirkung vom Boden aus bereits im zweiten Jahr bemerkbar wird. Hiermit kann man auch die Frage in Zusammenhang bringen, um wieviel der Kalkgehalt sinken muß, damit die Wasserstoffionen-Konzentration von 5 auf 4 steigt.

Schon seit der Veröffentlichung von v. Schroeder und Reuß (15) ist es bekannt, daß Bäume im üppigem Wuchs unter den Rauchsäuren weniger leiden als andere. Eine Erklärung dieser Erscheinung ist nie gegeben worden. Da die Ursache im Boden gesucht werden muß, liegt es nahe, auch sie mit dem Kalkgehalt in Verbindung zu bringen. Möglich, daß es sich um Pflanzen handelt, die über einen optimalen Kalkgehalt im Boden verfügen.

Daß die Entwicklung der Bäume in weitem Maße vom Kalkgehalt des Bodens abhängt, geht aus den oben für die verschiedenen Bonitäten eines Waldbodens angeführten Zahlen für den Kalkgehalt hervor. So könnte sogar das Maß der Anfälligkeit der oberirdischen Organe durch den Kalkgehalt des Bodens reguliert werden.

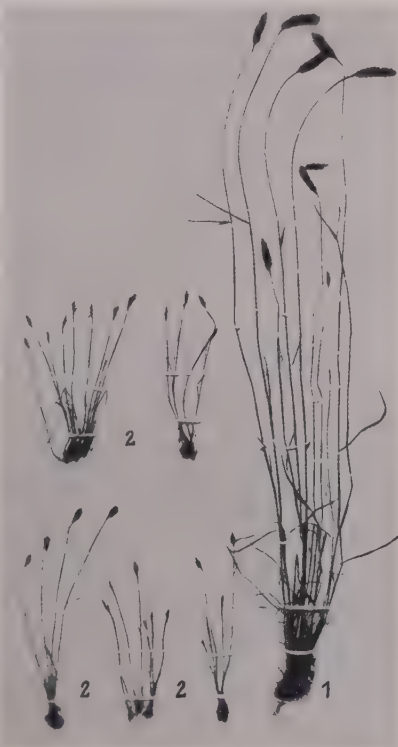
Durch die Darstellung von Haselhoff habe ich mich veranlaßt gesehen, noch einmal auf die Bedeutung der Entkalkung des Bodens durch Rauchsäuren hinzuweisen. Die „Entkalkungstheorie“ in dem hier von mir selbst skizzierten Umfange abzulehnen, dürfte unbegründet sein. Es muß als verfehlt angesehen werden, den Bodenfaktor in Gegensatz zu der Einwirkung der Rauchsäuren auf die oberirdischen Organe zu setzen, da doch beide zusammenwirken könnten.

Ogbleich Haselhoff mit allen Mitteln bestrebt ist, das Unrichtige meiner „Entkalkungstheorie“ nachzuweisen, kann er doch nicht umhin, ihr Zugeständnisse zu machen, was mir freilich inkonsequent erscheint. „Eine Bodenentkalkung kann als Folge der Rauchgaseinwirkung nur in besonderen Fällen auf nährstoffarmen Böden bei andauernder starker Einwirkung saurer Rauchgase erwartet werden.“ Ist das nicht dasselbe, was ich will, nur in agrikulturchemischer Ausdrucksweise? Haselhoff geht sogar soweit, daß er empfiehlt, bei der Feststellung der Schadensursache immer den Bodenfaktor zu beachten, dabei aber nicht auf Kalk allein, sondern auf alle Nährstoffe Rücksicht zu nehmen.

Schon oben habe ich auf einen Rauchschadenfall Bezug genommen, den Haselhoff von der Dortmunder Zinkhütte (6) beschreibt. Ich muß noch einmal darauf zurückkommen, um eine prinzipielle Frage zu erörtern. Auf S. 184 schreibt er: „Auf der anderen Seite des Eisenbahndammes, genau östlich von der Hütte, befand sich ein Gerstenfeld, in dem große kahle Flecken sehr auffielen, an denen entweder keine oder nur noch etwa handhohe Gerstenpflänzchen standen. Die niedrigen, normal grün aussehenden Pflanzen stachen von den gesunden, vielleicht fünfmal höheren sehr scharf ab.“ Wenn ich Haselhoff richtig verstanden habe, nimmt er an, daß hier Rauchschaden vorliegt, indem die Gerstenpflanzen unter der Einwirkung der Säure so klein bleiben oder ganz ausbleiben. Er begründet seine Auffassung damit, daß der Schwefelsäuregehalt in den kleinen Pflanzen um 61 $\frac{0}{100}$ gegenüber

den normalen Pflanzen zugenommen habe. Ich bestreite, daß es sich überhaupt um Rauchschaden handelt, sondern es liegt eine Bodenwirkung vor, Wirkung eines verarmten Bodens. Die Pflanzen unterscheiden sich von den normalen Pflanzen nur durch die Größenverhältnisse. Unverkennbar ein verzweigter Wuchs, der nur aus der Bodenbeschaffenheit zu erklären ist. Was dem Boden gefehlt hat, ist nicht festgestellt worden. Die prinzipielle Frage ist die: kann ein derartiges kümmerliches Wachstum ohne jegliche sichtbare Rauchbeschädigung an den Blättern durch die Einwirkung der schwefligen Säure hervorgerufen werden? Ich bezweifle das.

Dies Vorkommen erinnert mich an einen Fall, den ich selbst erlebt habe (19). In der Nähe einer Hütte war in einem Weizenfeld eine auffallende Blöße entstanden. Auf ihr wuchsen kleine verzweigte Weizenpflanzen (2. auf beistehender Abbildung), während der Weizen auf dem normalen Teil des Feldes sehr schön stand (1). Von den Interessenten wurde angenommen, daß es sich um Rauchschaden handelte. Mir schien das unmöglich zu sein. Der Zwergwuchs sprach für



Nährstoffmangel, insbesondere für Kalkmangel. Vergleichende Versuche mit gekalktem und ungekalktem Boden von der Blöße ergaben unzweideutig, daß Kalkmangel vorlag. Der Boden des guten Teils des Feldes enthielt 2,66 ‰, der der Blöße 0,18 ‰ CaO. Da Haselhoff auch diese Versuche bemängelt, so bemerke ich noch, daß in den Versuchen je ca. 20 g CaCO_3 pro Kilo Boden zugesetzt worden waren. Im nächsten Jahre wurde auf Grund

meiner Versuchsergebnisse ein Teil der Blöße gekalkt und die Blöße mit Hafer besät. Auf dem gekalkten Teil kamen normale, auf dem ungekalkten Teil verzweigte Pflanzen. Also eine Bestätigung meiner Diagnose.

Aachen, im Juli 1933.

Botanisches Institut der Techn. Hochschule.

Literaturverzeichnis.

1. Borggreve, Waldschäden im Oberschlesischen Industriebezirk. Zeitschr. d. Oberschlesischen Berg- u. Hüttenmännischen Vereins. Frankfurt a. M. 1895.
2. Das Burkheisersche Gasreinigungsverfahren. Gewinnung von Ammoniumsulfat ohne Verwendung fremder Säure unter gleichzeitiger Reinigung der Gase. Hamburg 1910.
3. Cohen und Ruston, Smoke, a study of town air. London 1912.
4. Gerlach, Die Ermittlung des Säuregehaltes der Luft in der Umgebung von Rauchquellen und der Nachweis seines Ursprungs. Samml. v. Abhandl. über Abgase und Rauchschiaden. Heft 3. 1909.
5. P. Graebner, Die Heide Norddeutschlands und die sich anschließenden Formationen in biologischer Betrachtung. Leipzig 1901.
6. Haselhoff und Lindau, Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch. Leipzig 1903.
7. E. Haselhoff, G. Bredemann und W. Haselhoff, Entstehung, Erkennung und Beurteilung von Rauchschiaden. Berlin 1932.
8. Hasenclever, Über die Beschädigung der Vegetation durch saure Gase. Chem. Industrie 1870.
9. Herbst, Rauchbeständige Gemüsesorten. Gartenwelt XX, Nr. 12.
10. Oster, Exkursion in den Stadtwald von Eschweiler zur Besichtigung der Hüttenrauchs-Beschädigungen. XVI. Vers. deutscher Forstmänner zu Aachen 4.—8. September 1887. Abgedruckt in Wieler (18).
11. C. Reuß, Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen **13**, 1884, S. 65.
12. —, Rauchbeschädigung in dem von Tiele-Winklerschen Forstrevier Myslowitz-Kattowitz. Goslar 1893.
13. Schwedler, Beobachtungen beim Gemüsebau in Rauchgegenden. Gartenwelt XVIII, 1914, S. 80.
14. Sendtner, Schweflige Säure und Schwefelsäure im Schnee. Bayer. Industrie- u. Gewerbeblatt 1887.
15. von Schroeder und Reuß, Die Beschädigung der Vegetation durch Rauchgase und die Oberharzer Hüttenrauchschiaden. Berlin 1883.
16. Stoklasa, Die Beschädigungen der Vegetation durch Rauchgase und Fabrikexhalationen. Berlin und Wien 1923, S. 252/4.
17. Wieler, Wenig beachtete Rauchbeschädigungen. Jahresber. d. Vereinigung d. Vertreter d. angewandten Botanik. Berlin 1904.
18. —, Untersuchungen über die Einwirkung schwefliger Säure auf die Pflanzen. Berlin 1905.

19. Wieler, Pflanzenwachstum und Kalkmangel im Boden. Berlin 1912.
20. —, Die Einwirkung saurer Rauchgase auf Vegetation und Erdboden. Verh. d. Naturhist. Vereins d. preuß. Rheinlande und Westfalens **70**, 1913.
21. —, Beteiligung des Bodens an den durch Rauchschiiden hervorgerufenen Vegetationsschiiden. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen **54**, 1922, S. 534/43.
22. —, Landwirtschaft in Rauchschiidengebieten. Landw. Jahrb. 1922.
23. —, Die Einwirkung der Rauchsäuren auf den Boden. Zeitschr. f. angew. Chemie, 37. Jahrg., 1924, Nr. 23.
24. —, Über Einwirkung von Fabrikexhalationen auf die Holzgewächse. Mitt. d. Deutschen Dendrologischen Ges. 1925.
25. —, Ein Beitrag zum Verständnis des Wesens der aktuellen Bodenazidität und ihres Einflusses auf das Wurzelwachstum. Jahrb. f. wiss. Bot., LXXVI, 1932.
26. Wislicenus, Experimentelle Rauchschiiden-Sammlung und Abhandlungen über Abgase und Rauchschiiden, Heft 10, 1914.
27. Niggemeyer, Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch mit besonderer Berücksichtigung des rheinisch-westfälischen Industriegebietes. Diss. Münster 1915.

Zur Kenntnis des Entwicklungsverlaufes einiger Wiesenunkräuter.

Von

G. O. Appel.

Hessische Hauptstelle für Pflanzenschutz.

Mit 27 Abbildungen.

Einleitung und Literaturbesprechung.

Betrachtet man die Bekämpfungsmöglichkeiten der Unkräuter im allgemeinen, so wird man finden, daß in sehr vielen Fällen die Vernichtung des Unkrautes nur dann den Erfordernissen der Praxis entspricht, wenn man bei seinen Maßnahmen die Biologie der betreffenden Pflanze berücksichtigt. Unter den Erfordernissen der Praxis verstehe ich eine für den Augenblick möglichst vollkommene, eine möglichst nachhaltige und möglichst billig zu erreichende Wirkung. Ein und derselbe Weg kann bei verschiedenen Entwicklungszuständen der Pflanze die entgegengesetzten Folgen haben. Ein Mittel, die Herbstzeitlose, *Colchicum autumnale*, auf den Wiesen zu vernichten, ist z. B. das Ausziehen bzw. Abreißen von Stengel und Blatt. Wird diese Arbeit Ende April bis Anfang Mai während des zweiten „Wachstumsstoßes“, wie Wehsarg (33) angibt, ausgeführt, so verfault die alte Knolle, und die junge Knolle stirbt

an Erschöpfung im Herbst und Winter. Ein zu frühes Ausziehen würde die Zahl der Herbstzeitlosen nicht vermindern, sondern vermehren, denn die Blätterbüschel reißen dann ziemlich weit oben am Stengel ab, die Pflanze geht nicht ein, sondern es entstehen drei bis sechs einblättrige Sprosse.

Ebenso wie man den Entwicklungszustand der Pflanze zu berücksichtigen hat, ist es auch mit ihrem physiologischen Verhalten. Ich ziehe hier als Beispiel die Quecke, *Agropyrum repens* (*Triticum repens*) heran, eine Pflanze, die eine sehr starke Regenerationskraft besitzt. Will man dieses Unkraut durch mechanische Maßnahmen vernichten, wie Pflügen, Eggen, Hacken, so wird die Arbeit gelingen, wenn man die ganze Pflanze aus dem Boden und vom Boden löst und ihr durch Verdorren den Todesstoß gibt. Zerrißt man die Pflanze dagegen nur und führt das Trocknen nicht durch, so wird die Quecke vermehrt, aber nicht bekämpft.

Bringt man die im Pflanzenbau üblichen Unkrautbekämpfungsverfahren mit biologischen Betrachtungen in Zusammenhang, so findet man, daß eine große Zahl von Lebenserscheinungen der Pflanze Berücksichtigung finden muß. Das ist einmal bei der Bekämpfung auf bereits bekannten Wegen nötig und ebenso bei der Ausarbeitung neuer Verfahren. Diese Ansicht, verbunden mit der Aufforderung zu exakter experimenteller Arbeit, kann man bei dem Studium der Unkrautliteratur häufig finden. Die verschiedenen Autoren gehen dabei von der Annahme aus, daß die früher üblichen empirischen Wege zum großen Teil erschöpft sind, und daß die weitere Entwicklung auf zielbewußter biologischer Arbeit aufgebaut sein muß. Wir haben hier denselben Entwicklungsverlauf vor uns wie bei der Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten. Auch dort wurde vieles auf empirischem Wege gefunden, aber von einem bestimmten Entwicklungsstand an mußte zielbewußte, wissenschaftliche Arbeit die Empirie ablösen. Man denke nur an die Steinbrandbekämpfung, welche durch das Beizverfahren mit Kupfer-Kalk nach Julius Kühn durchaus möglich war und für die damalige Zeit einen bedeutenden Fortschritt darstellte. Seit dieser Zeit hat aber zielbewußte Forschung die Steinbrandbekämpfung vielfach gefördert, so daß heute die Kupfer-Kalk-Behandlung des Weizens zu den veralteten Verfahren gehört.

Bei der Betrachtung der in der Praxis üblichen Unkrautbekämpfungsverfahren hat man zunächst zwischen Vorbeugungsmaßnahmen und solchen, die eine direkte Bekämpfung darstellen,

zu unterscheiden. Unter den vorbeugenden Maßnahmen seien diejenigen genannt, welche eine Verhinderung der Ansaat bezwecken. Es ist eine in der landwirtschaftlichen Praxis selbstverständliche Regel, daß unkrautfreies Saatgut verwendet wird, daß man keine Unkrautsamen verfüttert, weil sonst durch den Stallung ihre Verbreitung möglich ist. Dieselbe Beachtung, die man dabei dem Stallung geben soll, ist auch bei Verwendung von Kompost notwendig. Schließlich hat man auch dafür Sorge zu tragen, daß sich auf dem Acker oder den Grünlandflächen das Unkraut nicht besamt oder aus der Umgebung, vornehmlich von Gräben und Wegen her, Ansaat erfolgen kann.

Die Hauptarbeit der Unkrautvernichtung liegt aber in unmittelbarer Bekämpfung. An mechanischen Verfahren benutzt der Landwirt bei seinem Kampf mit dem Unkraut: Schälen der Stoppel, Pflügen, Schleifen und Eggen des Ackers, den er saatkünftig machen will, Hacken, Ausstechen, Jäten, Behäufeln und Abmähen bei seinen Arbeiten während der Wachstumszeit. An weiteren Möglichkeiten steht ihm zweckentsprechende Düngung zur Verfügung, besonders bei der Unkrautvertilgung auf Wiesen und Weiden. Andere Hilfsmittel sind die Veränderung der Bodenreaktion, Be- und Entwässerung der in Frage kommenden Flächen, zweckentsprechende Fruchtfolge, Verlegung der Schnittzeiten, notwendig werdende Betriebsumstellung von Ackerland in Grünland oder umgekehrt; auch wird dichte Saat zur Unterdrückung des Unkrautes empfohlen. Zum Schluß dieser Aufzählung praktischer Arbeiten wäre noch die Benutzung von Spritz- oder Stäubemitteln zu nennen, wobei besondere Chemikalien oder auch einzelne Düngemittel Verwendung finden.

Um die Behauptung zu rechtfertigen, daß Unkrautbekämpfung in bezug auf Forschung und Ausführung biologischer Studien und Kenntnisse bedarf, sei zu den in der Praxis üblichen und allgemein bekannten Maßnahmen kurz beschrieben, welche Lebenserscheinungen der Pflanzen zu berücksichtigen sind.

Bei den vorbeugenden Maßnahmen, welche die Ansaat von Unkraut verhindern sollen, haben morphologische und keimungsphysiologische Fragen eine entsprechende Berücksichtigung zu erfahren. Will man, um die Bedeutung morphologischer Kenntnisse zu betonen, Getreide saatkünftig machen, so muß man wissen, ob die zur Verfügung stehenden Methoden und Maschinen etwa in Frage kommende Unkrautsamen auch entfernen. Bei einer Ver-

unreinigung mit Samen des Windhalms, *Agrostis spica venti*, hat der Landwirt keine Schwierigkeit, dagegen werden ihm z. B. die geschlossenen Hülsen der rauhaarigen Wicke, *Vicia hirsuta*, viel Arbeit verursachen. So einfach wie die morphologische Seite ist, so schwierig ist die keimungsphysiologische. Da ergeben sich mancherlei Fragen, ob die in irgendeiner Weise auf Acker oder Wiese gelangenden Samen keimfähig sind, welche Bedingungen für ihre Keimung notwendig sind, und wie lange sie ihre Keimfähigkeit behalten. Ferner wird die Keimfähigkeit bei der Wanderung des Samens durch den Darmkanal des Tieres zerstört: und wie verhält sich der Same, wenn er den Darm des Geflügels oder Großviehes durchwandert hat? Bei Samen, welche in den Kompost gelangt sind, liegen die Dinge wieder anders, auch Vorgänge der Nachreife kann die Unkrautbekämpfung nicht außer acht lassen.

Setzen wir unmittelbare Bekämpfungsmaßnahmen zu den Lebensvorgängen der Pflanze in Beziehung, so findet man, daß bei den mechanischen Maßnahmen wie Schälen, Pflügen usw. auch keimungsphysiologische Vorgänge eine große Rolle spielen. Darüber hinaus ist, wie eingangs bei der Queckenbekämpfung gezeigt wurde, die Regenerationsfähigkeit der Pflanze ein wesentlicher Faktor. Studien über Bewurzelung, Rhizome, Ausläufer sind notwendig, damit die Vernichtung in richtiger Art und zur rechten Zeit ausgeführt werden kann. Auch Kenntnisse über die Wanderung der Assimilate bei Wurzelunkräutern werden den Erfolg beschleunigen und sichern. Bei der austrocknenden Wirkung, welche eine gewisse Bodenbearbeitung auf die oberste Schicht der Ackerkrume ausübt, kommt auch dem Wasserbedürfnis flachwurzelter kleiner Gewächse eine Bedeutung zu. Im Anschluß an die mechanischen Maßnahmen habe ich die Düngung als Bundesgenossen des Landwirtes im Kampf gegen das Unkraut genannt. Auf dem Acker kann die Düngung eine Verschiebung des Wettbewerbes zwischen Kulturpflanze und Unkraut zugunsten der Kulturpflanze im Gefolge haben. Das wird einmal der Fall sein, wenn die Kulturpflanze die gebotene Nahrung schneller und besser verwertet als das Unkraut, und weiter dann, wenn sich die Bodenreaktion ändert. Hierbei wird die Zeit der Düngergabe zu berücksichtigen sein. Auf Wiesen und Weiden hat die Düngung noch eine Veränderung der Pflanzengesellschaften zur Folge. Auch Blüten und Früchte wird auf diese Weise in bezug auf Inten-

sität und Zeit verschoben. Diese Erscheinung kann ebenfalls vornehmlich dem Wiesenwirt den Kampf erleichtern. Ähnliche Folgen wie Düngung kann Be- und Entwässerung zeitigen. Das ist sowohl hinsichtlich der Verschiebung des Pflanzenwettbewerbes als auch im Hinblick auf Veränderung der Bodenreaktion und der Pflanzengesellschaften der Fall. Ähnliche Beziehungen haben praktische Maßnahmen der auf Unkrautbekämpfung eingestellten Fruchtfolge und dichte Saat, wobei die Wirkung des Lichtentzuges auf das Unkraut beabsichtigt wird. Bei der chemischen Bekämpfung wird außer an die Morphologie der Pflanze noch an die Reaktion der Zelle zu denken sein.

Eine ausführliche Darstellung der praktischen Bekämpfungsmaßnahmen sowie eine eingehende Erörterung aller Lebensäußerungen der uns hier interessierenden Flora würde über den Rahmen einer einleitenden Betrachtung hinausgehen, sie könnte nur stichwortartig wiedergegeben werden.

Betrachtet man die bisher über das Thema veröffentlichten Arbeiten, so muß festgestellt werden, daß die Ackerunkräuter viel häufiger als die Wiesenunkräuter behandelt werden. Die ältere Literatur gibt im wesentlichen praktische Erfahrungen des Landwirtes und des guten Naturbeobachters wieder, es folgt dann eine große Zahl ähnlicher Arbeiten mit Eingliederung einzelner Versuche. Ein großes Verdienst um die Erforschung der Ackerunkräuter hat sich die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft erworben. Auf ihr Betreiben ist eine große Zahl bedeutsamer Unkrautmonographien, in denen viel experimentelle Arbeit zu finden ist, entstanden. Autoren solcher Veröffentlichungen stellen die Forderung auf, die Erforschung der Unkrautfrage durch eine entsprechende Bearbeitung der botanischen Seite zu vertiefen und schlagen selbst diesen Weg auch schon ein. Bearbeitet ein Autor aber ein einzelnes Unkraut, so ist er gezwungen, eine Fülle von Lebensvorgängen der betreffenden Pflanze zu studieren. Dahin gehören alle diejenigen Fragen, die vorhin aufgeworfen wurden. Da eine derartige Arbeit wegen der Vielseitigkeit des Problems kaum ausführbar ist, so erklärt es sich, daß man eine das Thema erschöpfende Arbeit nicht findet. Soweit es die Ackerunkräuter betrifft, geht Wehsarg in neuester Zeit einen anderen Weg. Um in der Frage der Bekämpfung der Wurzelunkräuter zu weiteren Erfolgen zu kommen, benutzt er für seine Studien eine große Zahl verschiedener Pflanzen, beschäftigt

sich aber nur mit der einen Frage, nämlich der vegetativen Vermehrung (34).

Denselben Weg, eine Frage an mehreren Unkräutern zu studieren, versuchte ich in dieser Arbeit zu gehen. Aus der Fülle der nach dieser Richtung noch offen liegenden Möglichkeiten wurde der Entwicklungsverlauf der Unkrautpflanze gewählt. Gleichzeitig ein anderes Problem zu bearbeiten, wie es anfangs erwünscht schien, stellte sich sehr bald als unmöglich heraus. Es mußten sogar noch für die Bearbeitung dieser einen Frage große Einschränkungen vorgenommen werden. So sind in der vorliegenden Arbeit nur Wiesenpflanzen berücksichtigt und zwar nur solche, die in der Umgegend von Gießen reichlich vorkommen. Ackerunkräuter mußten ausgeschaltet werden, obwohl entwicklungs-rhythmische Studien an ihnen auch verlockend waren. Erfolgversprechend nicht nur, um den Wachstumsverlauf einiger Ackerunkräuter in bezug auf ihre Wurzelentwicklung, die Entwicklung von Frischsubstanz, Trockensubstanz, Eiweiß und Rohfaser kennenzulernen, sondern auch, um auf diesen Tatsachen aufbauend, für die Zeit der Bekämpfung und für den Unkrautwert Schlüsse zu ziehen. Daß nur Wiesenpflanzen zur Bearbeitung herangezogen wurden, lag einmal daran, daß von diesen allgemein weniger bekannt ist, daß mich ferner der schlechte Zustand der Wiesen im Lahntal besonders anzog, in dieser Richtung zu arbeiten, und daß sich auch in der näheren Umgegend von Gießen gute Arbeitsmöglichkeiten boten. Ziel der Arbeit sollte von vornherein sein, über die Feststellung des Entwicklungsverlaufs der untersuchten Pflanze zu ihrer genaueren Beurteilung zu kommen und, wenn möglich, auch neue Bekämpfungswege zu finden. Da die Entscheidung, ob man eine Wiesenpflanze als Kraut oder Unkraut anzusehen hat, von sehr vielen äußeren Faktoren abhängt, schien hier eine weitere Klärung wünschenswert. Dabei versuchte ich zu einem genau formulierten Wert zu kommen, weil man in der Literatur für viele der jetzt in Gießen bearbeiteten Pflanzen nur allgemein gehaltene Urteile findet. Wie extrem die Bewertung auf Grund wirtschaftlicher Gesichtspunkte ausfallen kann, möge ein von Stebler und Schröter erwähntes Beispiel zeigen (24). In der Schweiz werden Wiesen zur Futtergewinnung benötigt, aber wegen des geringen Getreidebaues braucht man in manchen Gegenden ebenfalls Wiesen, um Einstreu für das Vieh zu gewinnen. Kommen nun Binsen auf Futterflächen vor, so sind sie als Unkraut anzu-

sprechen, dagegen wird man diese Pflanzen auf Wiesen, die Einstreu liefern sollen, niemals als Unkraut bezeichnen. Unter solchen Verhältnissen können Binsen sogar einen ansehnlichen Wert darstellen.

Über die Literatur sind bisher nur ganz allgemeine Angaben gemacht worden, wobei versucht wurde, gegenüberzustellen, inwieweit die bisherigen Arbeiten auf praktischer Erkenntnis und Erfahrung aufgebaut sind und wie weit experimentelle Forschungen unter Berücksichtigung morphologischer und physiologischer Ergebnisse ihnen zugrunde liegen. Die eigentliche Wiesenliteratur, in der viel über Unkräuter steht, fand bisher noch keine Berücksichtigung. Im Vergleich zu der Bearbeitung der Ackerunkräuter muß man sagen, daß die Wiesenunkräuter mit wenigen Ausnahmen in ganz anderer Weise behandelt werden. Bei Ackerunkräutern findet man im allgemeinen nur Besprechungen des einzelnen Unkrautes, abgesehen von solchen Schriften, die sich mit den allgemeinen Bekämpfungsmaßnahmen befassen, und solchen, die als Handbücher oder Lehrbücher anzusprechen sind. Wiesenunkräuter dagegen werden überwiegend im Zusammenhang mit einem größeren Pflanzenbestand behandelt. Bei dem Versuch, die Literatur über Wiesenunkräuter entwicklungsgeschichtlich kurz zu skizzieren, geht man zweckmäßig bis in die Zeit um 1850 zurück. Damals waren es Botaniker, die sich in erster Linie mit der Flora als solcher und mit Pflanzengeographie beschäftigten, und die uns in ihren Werken Aufzeichnungen über das Vorkommen von denjenigen Pflanzen, die man als Wiesenunkräuter bezeichnet, hinterlassen haben. Stebler und Schröter (24) gehen als die ersten dazu über, die Flora der Wiesen und Weiden auch von landwirtschaftlichen Gesichtspunkten aus zu betrachten. In den Werken dieser beiden Autoren findet man zahlreiche Angaben über das verschiedene Verhalten der einzelnen Pflanzen, die im Wiesenbestand der Schweiz eine Rolle spielen. Die Pflanzen werden dort auf Grund ihres Vorkommens als Futterpflanzen oder Unkräuter gekennzeichnet. Auch über Wasserbedürfnis, Düngerbedürfnis und chemische Zusammensetzung der Wiesenflora findet man in diesen Arbeiten zahlreiche Unterlagen. Die Untersuchungen erstrecken sich über große Teile der Schweiz und wurden auf dem Wege der Wiesenbestandsanalyse ausgeführt. Das, was Stebler und Schröter für die Schweiz geleistet haben, versuchte Braungart (3, 4, 5) für Süddeutschland auszuarbeiten, nachdem die pflanzengeographi-

schen Arbeiten von Sendtner vorausgegangen waren. Der wesentliche Unterschied zwischen den Arbeiten von Stebler und Schröter einerseits und denen von Braungart andererseits liegt darin, daß den Arbeiten in der Schweiz genaue Bestandsanalysen mit vielen Feststellungen auf einzelnen Quadratmetern zugrunde liegen, daß die Braungartschen Arbeiten dagegen sich nur auf Schätzungen aufbauen. Zur gleichen Zeit laufen die Untersuchungen von Wittmack (37, 38, 39) in Norddeutschland, denen wieder genaue Analysen zugrunde liegen. Arbeiten aus jüngerer Zeit sind diejenigen von Weber (29, 30, 31) und Klapp (9, 10, 11). Teils beruhen diese Arbeiten auf Bestandsanalysen von lebenden Pflanzen, teils sind es Heuanalysen. Gleichzeitig werden die Methoden laufend verbessert. Die eben genannte Literatur kann als die auf dem Gebiete der Wiesen und Weiden maßgebende angesehen werden. Da stets der gesamte Wiesenbestand in den Schriften besprochen wird, so findet man außer den eingehenden Betrachtungen über Futterpflanzen dort auch Angaben über Unkräuter; Einzelarbeiten über letztere sind, wie ich schon ausführte, selten. Vom landwirtschaftlichen Standpunkt, unter Berücksichtigung biologischer Verhältnisse mit Einschluß experimenteller Arbeiten, sind, soweit ich feststellen konnte, nur *Equisetum palustre* (32), *Colchicum autumnale* (33), *Polygonum Bistorta* (6), *Achillea Millefolium* (15) und *Juncus*-Arten (2) behandelt. Eine ähnliche Arbeit wie die von Wehsarg (34) ganz kürzlich erschienene, welche bei der allgemeinen Besprechung der Unkrautliteratur schon angeführt wurde, gibt es meines Wissens auf dem Gebiete der Wiesenunkräuter noch nicht. Für Wiesenunkräuter ist ein derartiger Weg schon oft vorgeschlagen worden. Das geht z. B. aus den Werken von Stebler und Schröter hervor (24): „Allerdings liegen noch sehr wenig exakte Versuche darüber vor und das wenige, was vorhanden ist, verdankt man meistens den Bemühungen und Erfahrungen der Praktiker.“ Etwas später stellte Braungart dieselbe Forderung auf, er ist allerdings der Meinung, daß die biologischen Arbeiten das bisher aus der Praxis Bekannte nur bestätigen und neue Wege für die Bekämpfung nicht hinzukommen werden (5). Solche Angaben findet man bis in die neueste Zeit, wie bei Degen, welcher den Wiesenknöterich bearbeitet hat (6).

Eigene Untersuchungen.

Die vorliegenden Versuche über den Entwicklungsverlauf verschiedener Wiesenpflanzen werden seit drei Jahren auf Wiesen im Lahntal in der Nähe von Gießen ausgeführt. Dabei kam es darauf an, den Zuwachs in bestimmten Abständen gewichtsmäßig festzustellen. Da den Landwirt in erster Linie die Pflanzenmasse interessiert, die er nach dem Mähen nutzen kann, so wurde der gesamte oberirdische Zuwachs gemessen und außerdem der über dem Schnittpunkt liegende. Als Schnittpunkt wurde auf Grund vieler Beobachtungen und Messungen der hier in Hessen durchschnittlich übliche in Höhe von 7 cm über dem Erdboden gewählt. Außer dem Wachstumsverlauf bis zum ersten Wiesenschnitt ist auch der Verlauf bis zum zweiten Schnitt für die Praxis bedeutungsvoll. Daher wurden Messungen bis zum ersten und nach dem ersten Schnitt bis zum zweiten durchgeführt.

Für die Bearbeitung waren Pflanzen aus verschiedenen Gruppen ausersehen, welche alle an unserer Wiesenzusammensetzung einen großen Anteil haben. Es sollten solche zur Untersuchung kommen:

1. die einen niedrigen Wuchs haben,
2. die sich in ihrer Jugend schnell entwickeln,
3. solche, die sich erst in der Zeit nach dem ersten Schnitt in der Wiese mit ihrer Masse bemerkbar machen.

Außer Pflanzen, die in diese Gruppen gehören, sollten noch solche untersucht werden, die man nur schwer in eine der drei Gruppen eingliedern kann. Diese Einteilung erschien im Hinblick auf praktische Fragen zweckmäßig, denn alle Pflanzen mit niedrigem Wuchs werden viel Masse entwickeln, und diese faßt die Sense nicht. Pflanzen mit schneller Jugendentwicklung dagegen werden bis zur Schnittzeit vielleicht schon abgestorben sein. Diejenigen Pflanzen nun, die nicht einzugruppieren sind, werden zwischen den einzelnen Gruppen liegen. Die Untersuchung sollte besonders über diese Pflanzen Aufklärung geben. Für das Jahr 1929 wurden deshalb *Bellis perennis*, *Senecio aquaticus*, *Plantago media*, *Scabiosa succisa*, *Cardamine pratensis*, *Saxifraga granulata*, *Taraxacum officinale*, *Anthriscus silvestris* und *Heracleum Sphondylium* gewählt. Sie sollten auf verschiedenen Wiesen zur Untersuchung kommen, um vergleichen zu können, ob etwa das Wachstum bei verschiedener Feuchtigkeit bei abweichender Ernährung und je nach der Dichte des Bestandes unterschiedlich sein könnte. Deswegen waren für das

Jahr 1929 sechs verschiedene Wiesen ausgewählt worden. Von ihnen befanden sich vier im Lahntal, und zwar Wiese A und B an den Hängen des Hardtwäldchens, Wiese C und D dicht an der Lahn gleich am Ausgang der Stadt bei der Wollspinnerei. Die Wiesen E und F befanden sich auf dem linken Höhenzug, der das Lahntal begleitet, zwischen den Orten Kleinlinden und Großenlinden. Die ersten vier Wiesen sind in bezug auf Boden und Feuchtigkeit als einigermaßen gleichartig anzusprechen, die Wiesen E und F ausgesprochen trocken. Für die Untersuchungen mußten möglichst gleichmäßige Individuen der einzelnen Arten gesucht werden, und da über Variabilität dieser Arten nichts bekannt ist, mußte eine möglichst große Zahl von Pflanzen gemessen werden. Um dieser Forderung zu genügen, welche für die Arbeit unbedingt aufrecht zu erhalten war, mußte der Vergleich auf ganz verschiedenartigen Wiesen fallen gelassen werden; das für 1929 gewählte Pflanzensortiment erwies sich nicht auf allen sechs Wiesen als vollzählig. Es schieden daher die Wiesen E und F im Laufe des Sommers 1929 aus. Durch diese Abänderung des ursprünglichen Planes konnten im Jahre 1930 im Lahntal noch die Wiesen G und H in die Untersuchungen eingeschlossen werden. Da wir eine künstliche Düngung der Wiesen G und H nicht verhindern konnten, mußte ich sie 1931 wieder unberücksichtigt lassen. Auf Grund technischer Erfahrungen des Jahres 1929 war es möglich, 1930 das Sortiment der Pflanzen, die zur Untersuchung gelangen sollten, zu vergrößern, es kamen hinzu *Achillea Millefolium* und *Chrysanthemum Leucanthemum*. Um die untersuchten Pflanzen, die der Landwirt teils als Kräuter, teils als Unkräuter bezeichnet, mit Kulturpflanzen der Wiese vergleichen zu können, wurden *Dactylis glomerata* und *Trifolium pratense* in die Untersuchungen mit einbezogen. Im Jahre 1931 wurde die Zahl der Gräser durch *Avena elatior*, *Festuca rubra*, *Holcus lanatus* und *Anthoxanthum odoratum* vermehrt. Aus der Reihe der Kräuter wurden *Sanguisorba major* und *Sanguisorba minor* dazugenommen.

Endgültig blieben also die in bezug auf Boden und Feuchtigkeit gleichmäßigen Wiesen A, B, C und D während der drei Jahre im Versuch. Die Wiesen seien kurz durch den vorherrschenden Pflanzenbestand charakterisiert. Wiese A weist zur Blüte von *Taraxacum* ein durch diese Pflanze gekennzeichnetes ziemlich einheitliches Bild auf. Die Gräser treten gegenüber den Kräutern in der Häufigkeit stark zurück. An Kräutern befinden sich auf

dieser Fläche in abnehmender Reihenfolge: *Anthriscus silvestris*, *Saxifraga granulata*, *Plantago lanceolata*, *Ranunculus acer*, *Sanguisorba minor*, *Heracleum Sphondylium*.

Erst dann folgen die Gräser mit *Dactylus glomerata* an erster Stelle.

Wiese B war 1930 eine ausgesprochene Bärenklauwiese, 1931 trat der Bärenklau aus mir unbekannten Gründen — denn eine mechanische Bearbeitung, Düngung oder künstliche Wasser- veränderung kommt hierfür nicht in Frage — zurück. Dafür traten *Dactylus glomerata* und *Holcus lanatus* in den Vordergrund. An weiteren Pflanzen charakterisieren wieder in abnehmender Reihen- folge den Bestand: *Crepis biennis*, *Saxifraga granulata*, *Taraxacum officinale*, *Cardamine pratensis*, *Avena elatior*, *Chrysanthemum Leucanthemum*, *Festuca ruba*.

Wiese C wird zur Blütezeit zunächst von *Cardamine pratensis* und später von *Chrysanthemum Leucanthemum* gekennzeichnet. In abnehmender Reihenfolge kommen folgende Kräuter und Gräser auf dieser Fläche vor: *Bellis perennis*, *Ranunculus acer*, *Ranun- culus repens*, *Centaurea Jacea*, *Senecio aquaticus*, *Daucus Carota*, *Trifolium repens*, *Holcus lanatus*, *Anthoxanthum odoratum*, *Rumex Acetosa*.

Wiese D. *Achillea Millefolium* und *Avena elatior* geben der Wiese nacheinander den Charakter. Es folgen wieder in der bisher üblichen Reihenfolge: *Achillea Millefolium*, *Trifolium pratense*, *Taraxacum officinale*, *Anthriscus silvestris*, *Heracleum Sphondylium*, *Avena elatior*, *Dactylus glomerata*.

Benutzt man für die Artbeschreibung der untersuchten Flächen die Bearbeitung der Taxationen von Wiesenländereien von A. Pe- tersen (16), so kann man alle vier zu den Unkrautwiesen der frischen Lage rechnen.

Der ursprüngliche Plan, dieselbe Pflanzenart auf mehreren Wiesen verschiedener Lage in ihrem Entwicklungsverlauf zu stu- dieren, mußte, wie schon angeführt, fallen gelassen werden. Die- jenigen Pflanzen, die 1931 abschließend bearbeitet wurden, sind dem Bestand der Wiesen A, B, C und D entnommen. Aus den dieser Arbeit beigelegten graphischen Darstellungen ist jedesmal zu ersehen, auf welchen Wiesen die Pflanze untersucht wurde. Um dem Einwand zu begegnen, man dürfe eine Pflanzenart, z. B. *Achillea*, die auf der Wiese D untersucht wurde, nicht mit *Dactylis* von der Wiese B vergleichen, wurden einige Pflanzenarten auf

mehreren Wiesen gleichzeitig gemessen. In den Abbildungen 1, 2 und 3 sind die Messungsergebnisse für eine Pflanzenart, die auf verschiedenen Wiesen ermittelt wurde, gegenübergestellt. Man kann aus dem gleichmäßigen Verlauf des Bildes die Schlußfolgerung ziehen, daß der Wuchs gleichsinnig verläuft und daß es berechtigt ist, die verschiedenen Pflanzenarten, obwohl die eine auf Wiese A, die andere auf Wiese B und so fort gemessen wurde, auch unter sich zu vergleichen. In Abb. 1 ist der Entwicklungsverlauf für *Taraxacum* vom 19. Mai bis zum 15. Juni für die Wiesen A und D dargestellt. Die Höhe der einzelnen Balken gibt die Menge

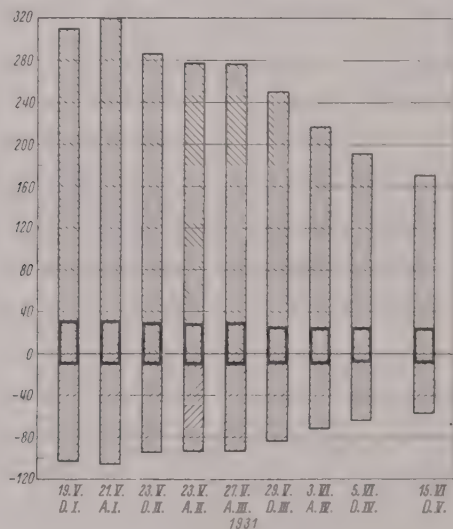


Abb. 1. *Taraxacum officinale*. Wiese A und D.

der Frischsubstanz einer Pflanze an. Über dem Trennungsstrich ist die Pflanzenmasse angegeben, welche über dem Schnittpunkt der Sense liegt, unter dem Trennungsstrich diejenige, welche von der Sense nicht erfaßt wird. Die Abnahme der Masse, in Gramm aus der Darstellung ablesbar, geht abgesehen von der Messung vom 21. Mai auf Wiese A gleichmäßig vor sich. Aus der Gesetzmäßigkeit des Verlaufes kann man wohl annehmen, daß die Schwankung vom 21. Mai innerhalb der Fehlergrenze liegt. Die Frischsubstanz ist auf dieser graphischen Darstellung in langen Balken gegeben. Innerhalb dieser finden sich noch einmal kürzere Abtragungen, welche die Menge der Trockensubstanz für die

einzelne Pflanze angeben. Vergleicht man die abnehmende Linie der Trockensubstanz, so kann man einen vollkommen gleichmäßigen Verlauf feststellen.

Da die Versuche sich nicht nur auf Frisch- und Trockensubstanzmessungen erstrecken, sondern ebenso während des ganzen Entwicklungsverlaufes Stickstoff- und Rohfaseranalysen ausgeführt wurden, so muß auch für diese beiden Feststellungen der Beweis erbracht werden, daß die Untersuchungsergebnisse von den vier Wiesen untereinander vergleichbar sind.

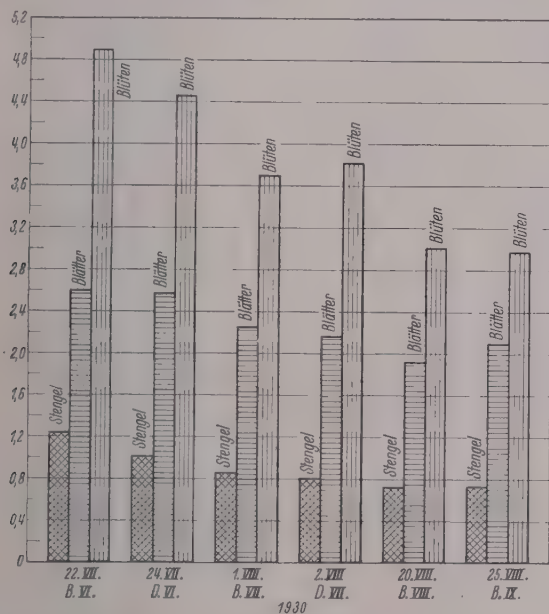


Abb. 2. *Heracleum Sphondylium*. Wiese B und D.
% Stickstoff in der Trockensubstanz.

Abb. 2 zeigt für *Heracleum*, daß der Vergleich erlaubt ist. Das Pflanzenmaterial für die Feststellung dieser Stickstoffprocente stammt von den Wiesen B und C. *Heracleum* wurde in der Analyse getrennt auf Stickstoffanteile für Stengel, Blatt und Blütenstand untersucht. Auch hier verlaufen die Kurven bis auf drei kleine Schwankungen gleichmäßig. Die chemische Untersuchung der Blütenstände vom 2. August liegt für den Abfall der Kurven etwas zu hoch, ebenso ist es für die Blätter und Stengel am 25. August.

Für die Rohfaseruntersuchungen bringt Abb. 3 das Ergebnis. Hier ist die Untersuchung für *Heracleum* ebenfalls von den Wiesen B und D angeführt. Die Kurve für die Prozente an Rohfaser verläuft regelmäßig.

Es könnte vielleicht die Frage gestellt werden, warum der Beweis für den gleichmäßigen Verlauf des Wachstums der

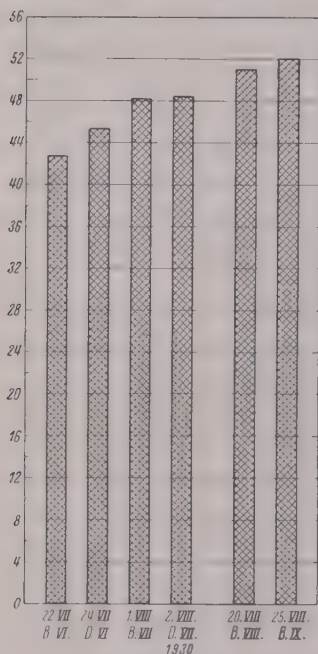


Abb. 3. *Heracleum Sphondylium*.
Wiese B und D.

% Faser in der Trockensubstanz.
Stengel.

Pflanzen auf verschiedenen Wiesen nicht an einer Pflanze dargestellt worden ist. Dazu notwendige Paralleluntersuchungen liegen nicht vor, weil die endgültige Fassung der Arbeit sich erst nach Ausarbeitung der Methode im Laufe des Jahres 1931 ergeben hat. Einen Vergleich des Verhaltens der einzelnen Pflanze in den verschiedenen Jahren läßt die Arbeit nicht zu, denn nicht dieses Vergleiches wegen war die Fortführung von 1929—1931 nötig, sondern um zu einer Verbesserung der Methode zu kommen. Bei der Besprechung, welche Pflanzen zur Untersuchung standen, wurde schon betont, daß zu den ursprünglich ausgewählten sowohl 1930 als auch 1931 weitere hinzugezogen werden konnten. *Senecio aquaticus*, *Plantago media* und *Scabiosa Succisa* wurden nur während der Jahre 1929—1930 untersucht. Somit sind nur einige Arten während der drei Jahre in den

Versuchen gewesen. Aber auch diese Pflanzen sind für die einzelnen Jahre nicht miteinander zu vergleichen, weil die Methode laufend verbessert wurde.

1929 wurden bei jeder Untersuchung auf den Wiesen zehn möglichst gleichmäßige Pflanzen einer Art genommen. Sie wurden 7 cm über dem Erdboden abgeschnitten, ebenso der restliche Teil unter dem Schnittpunkt. Die Frischsubstanz wurde sofort auf der Wiese gewogen. Da zu befürchten war, daß die Frischsubstanz durch Witterungseinflüsse größeren Schwankungen unterliegt, wurde

alles Material getrennt vorsichtig eingetütet, auf dem Institutsboden getrocknet und einer Trockensubstanzbestimmung, die bis zur Gewichtskonstanz durchgeführt wurde, unterzogen. Vom Jahre 1930 an wurden für jede einzelne Messung je 20 Pflanzen einer Art genommen. Dies konnte erreicht werden, weil durch Übung die Arbeit schneller vonstatten ging. Die Vergrößerung des Materials war von 1930 an auch deshalb möglich, weil für die Untersuchungen, die sehr umfangreich geworden waren, bis zu drei Mitarbeitern zur Verfügung standen, und außerdem zum Transport der Untersuchungsgeräte von einer Wiese zur anderen ein Motorrad mit Beiwagen benutzt werden konnte. Die Ergebnisse wurden aber nicht bloß dadurch von Jahr zu Jahr gesicherter, daß wir das Material vergrößerten, sondern auch durch Veränderung der Methode. Einzelne Pflanzen kann man nur dann untersuchen, wenn sie als solche deutlich erkennbar sind. Bei Pflanzen wie *Achillea* muß diese Methode scheitern, weil man bei der Art des Wachstums der Pflanze nicht entscheiden kann, ob man ein oder mehrere Exemplare vor sich hat. Die Trennung ist jedenfalls nicht möglich, wenn man die Wurzeln im Boden läßt, wie es bei dieser Arbeit gehandhabt wurde. Deshalb suchten wir 1930 möglichst gleichmäßig bestandene Flächen in Größe von $\frac{1}{4}$ qm aus. Wir legten einen Holzrahmen auf die Fläche, dann wurde die ganze Pflanzenmasse einer Art unterhalb wie oberhalb des 7 cm Punktes abgeschnitten und schließlich Frisch- und Trockensubstanz bestimmt. Auf diese Art haben wir sowohl die horstbildenden Pflanzen, als auch diejenigen untersucht, welche im vergangenen Jahre als Einzelpflanzen behandelt wurden, damit alle Pflanzen miteinander verglichen werden konnten. Es wurden je Pflanze und Messung $10 \times \frac{1}{4}$ qm ausgesucht. 1931 wurde die Methode wieder verändert, weil die Schwankungen recht groß waren. Man findet nicht genügende $\frac{1}{4}$ -qm-Flächen mit gleichmäßiger Zusammensetzung. Mit Hilfe eines Schätzungsverfahrens überwandem wir jedoch diese Schwierigkeit. Wir suchten auf der Wiese einen möglichst gleichmäßigen Bestand der Pflanzenart, die gemessen werden sollte, legten einen Rahmen von $\frac{1}{4}$ qm Größe aus und hielten genau über diesen in Höhe der Pflanzen einen zweiten gleich großen Rahmen, der seinerseits in hundert gleiche Teile unterteilt war. Wir schätzten dann ab, wieviel Fläche die Pflanzen einnahmen. Die einzelnen Felder wurden bei der Schätzung auch noch $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{4}$ eingeteilt, da jede Ungenauigkeit der Schätzung

bei der Multiplikation mit vergrößert worden wäre. Hatten wir dann festgestellt, welchen Anteil des $\frac{1}{4}$ qm die Pflanzen einnahmen, so wurde später das ganze Zahlenmaterial auf einen vollen $\frac{1}{4}$ qm umgerechnet. 1931 wurden, statt 10 wie bisher, $20 \times \frac{1}{4}$ qm gemessen. Bei der späteren Besprechung des mittleren Fehlers wird angegeben, wie groß die Verbesserung durch diese Handhabung wurde. Auf diese Weise wurde es 1931 ermöglicht, alle Pflanzen miteinander zu vergleichen, mit Ausnahme von *Senecio aquaticus*, *Plantago media*, *Scabiosa Succisa*.

Die Wägungen auf der Wiese wurden mit einer Waage nach dem System Korant, mit $\frac{1}{10}$ g Genauigkeit, ausgeführt. Um vor der Beeinflussung durch Wind geschützt zu sein, wurde ein Schirm benutzt. Die gesamte Apparatur läßt sich auf dem Beiwagen eines Motorrades verpacken.

Mit Beginn der Vegetation wurden in jedem Jahr die Messungen aufgenommen. Jede Wiese wurde nach Möglichkeit an einem Tage untersucht. Da die Pflanzen frei von Regen und Tau sein mußten, waren Verschiebungen in der Zeit nicht immer zu vermeiden. Nach Möglichkeit wurde jede Wiese in der Woche einmal untersucht. Die Daten sind in die graphischen Darstellungen eingetragen. Soweit es anging, wurde über Mittag nicht gearbeitet, weil die Pflanzen zu dieser Tageszeit nicht immer frisch waren. Die einzelnen Arten wurden eben möglichst zu denselben Tageszeiten gemessen. Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen im Laufe des Tages waren mit ein Grund, außer den Frischsubstanzmessungen auch Trockensubstanzmessungen vorzunehmen. Da dasselbe Material, welches zur Trockensubstanzbestimmung ins Laboratorium gebracht wurde, auch für Stickstoff- und Rohfaseruntersuchungen diente, ist, um etwaige Assimilationseinflüsse auszuschalten, für die Pflanzenentnahme die oben erwähnte Tageszeit stets eingehalten worden.

Der Entwicklungszustand der Pflanzen zur Zeit der Probenahme ist auf den graphischen Tabellen der Unkräuter angegeben (Abb. 1 bis 3 und 11—27). Für jedes einzelne Unkraut ist zunächst eine Tafel mit den Angaben über das Verhältnis der frischen und trockenen Masse oberhalb und unterhalb des Schnittpunktes vorhanden. Zur Erläuterung für die jetzt folgenden Tafeln dieser Art ist noch hinzuzufügen, daß die Gruppen der jedesmal links angegebenen Messungen immer vor dem Wiesenschnitt liegen und die nach einer Lücke rechts angegebenen nach dem Schnitt.

Abb. 4—10 zeigen den Verlauf der entsprechenden Untersuchung jedesmal für sämtliche Pflanzen. Die Kurven stellen das Ergebnis der Messungen dar, die im Jahre 1931 gemacht wurden. Die einzigen Ausnahmen bilden die Abb. 25—27, da *Senecio*, *Plantago* und *Scabiosa* nur in den Jahren 1929 und 1930 zur Untersuchung gelangten. In den Abb. 4—10 ist bei Abb. 4 der Verlauf der

Frischsubstanz „oberhalb“
in Gramm auf $\frac{3}{4}$ qm.

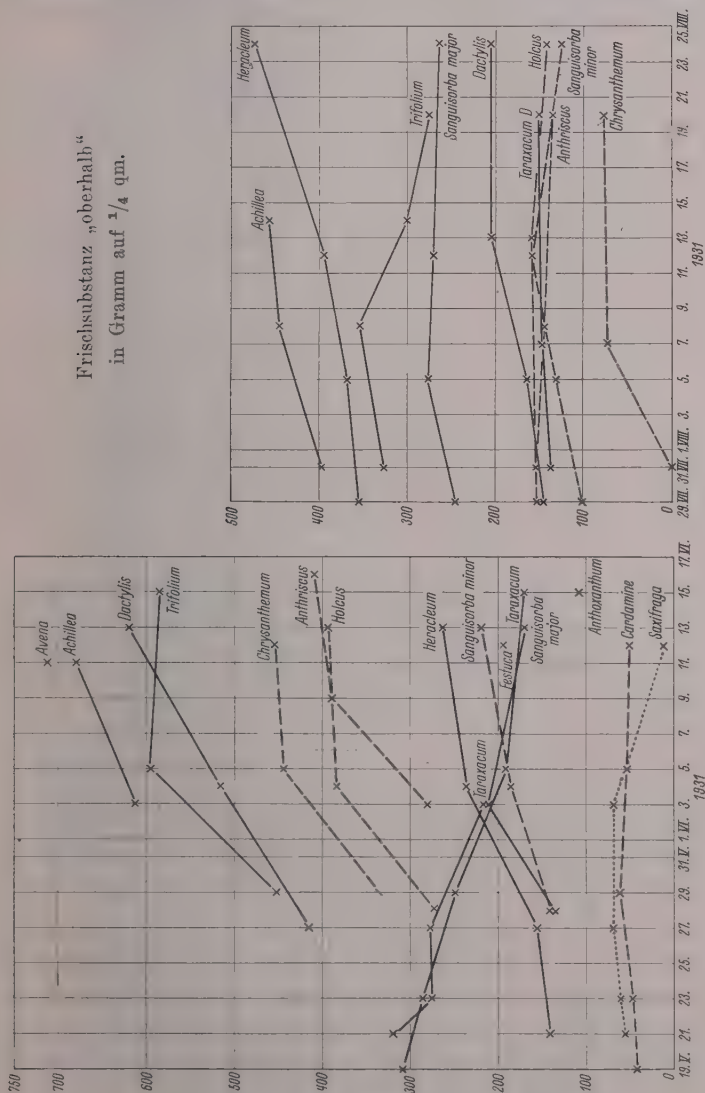


Abb. 4.

gewichtsmäßigen Menge Frischsubstanz je $\frac{1}{4}$ qm eingetragen, bei Abb. 5 die entsprechende Angabe für die Trockensubstanz, in Abb. 6 dasselbe für die Rohproteinmenge. Aus Abb. 7 sind die Untersuchungsergebnisse für den Rohproteingehalt in Prozent der Trockensubstanz zu ersehen, die entsprechenden Angaben für die Rohfaser zeigen die Abb. 8, 9 und 10. Bei Abb. 8 sind die Mengen

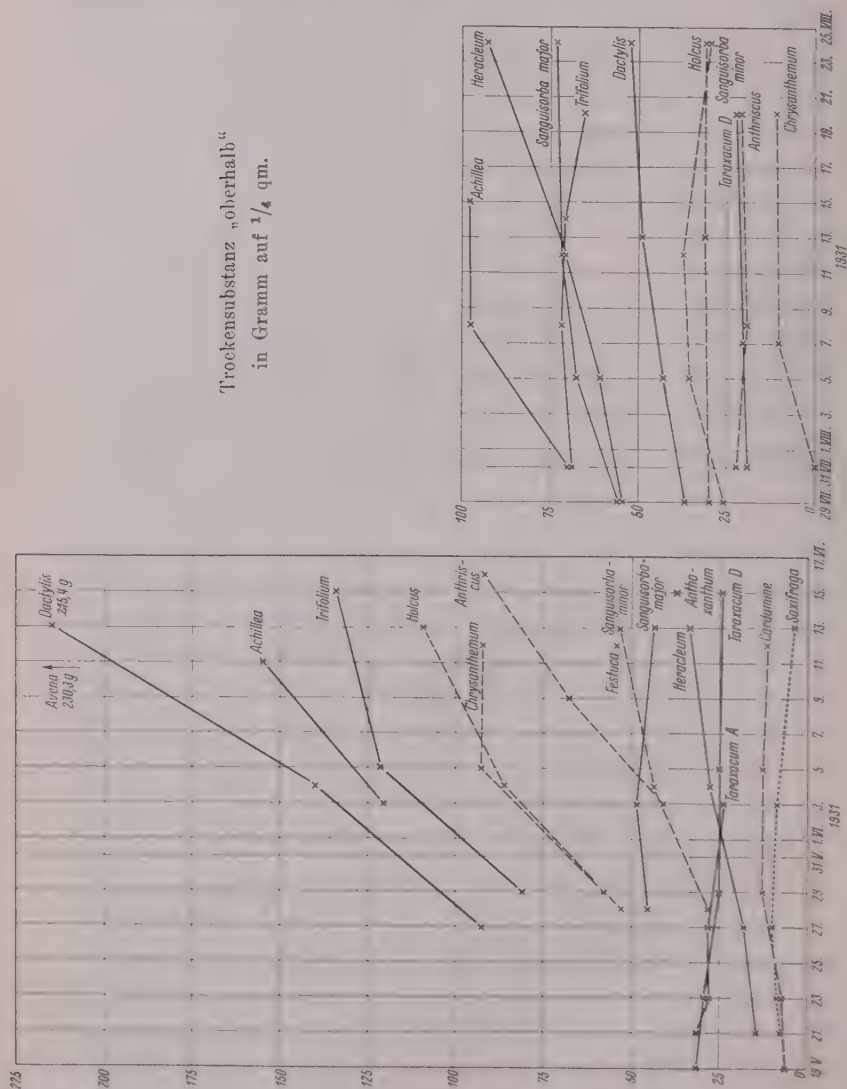


Abb. 5.

ingezeichnet und bei Abb. 9 und 10 die Prozente. Mit Ausnahme der Abb. 9 und 10 findet man überall eine Zweiteilung. Die linke Seite zeigt jedesmal die Verhältnisse vor dem Schnitt, die rechte Seite diejenige nach dem Schnitt. Die Stickstoffanalysen sind nach Kjeldahl mit $\frac{1}{2}$ g feingemahlener Substanz, die Rohfaseruntersuchungen nach Henneberg und Stohmann mit 3 g

Rohprotein in der Trockensubstanz.

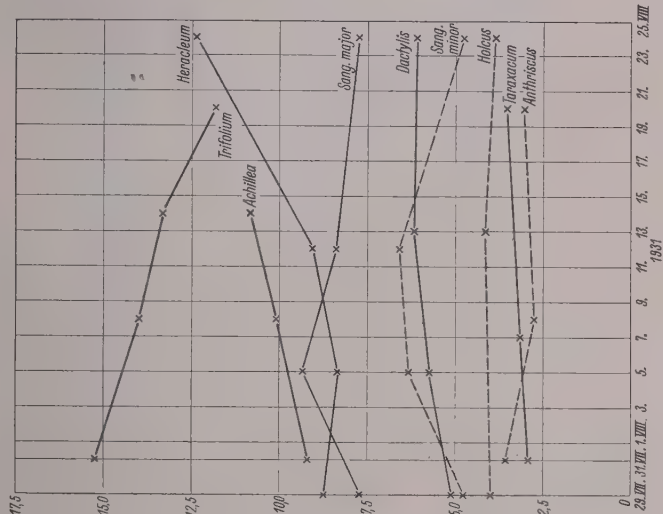
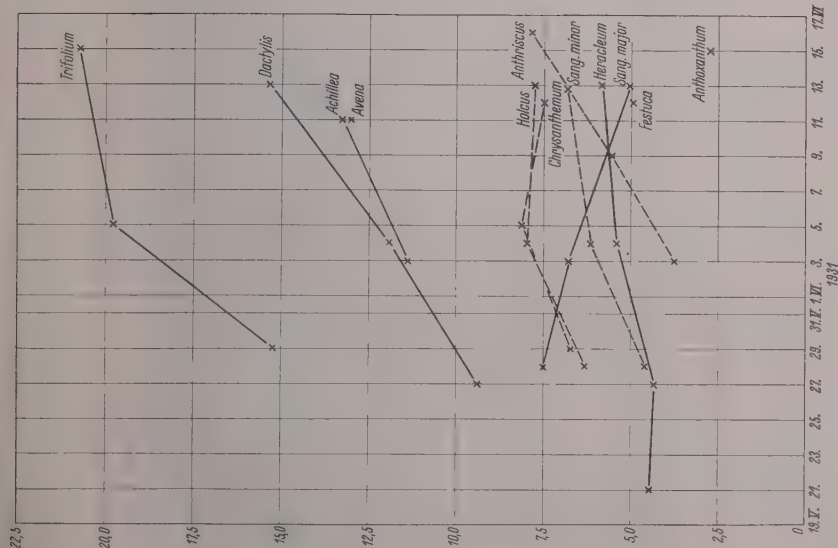


Abb. 6.



ausgeführt. Zu den Rohfaseranalysen ist noch zu bemerken, daß keine Veraschungen ausgeführt wurden.

Die Zahlen, welche für die graphischen Darstellungen benutzt wurden, stellen die bereits fertig errechneten Durchschnittswerte dar. Um Einblick in die ganze Bearbeitung zu haben, ist das notwendige Zahlenmaterial für den Arbeitsgang einer der 87 Unter-

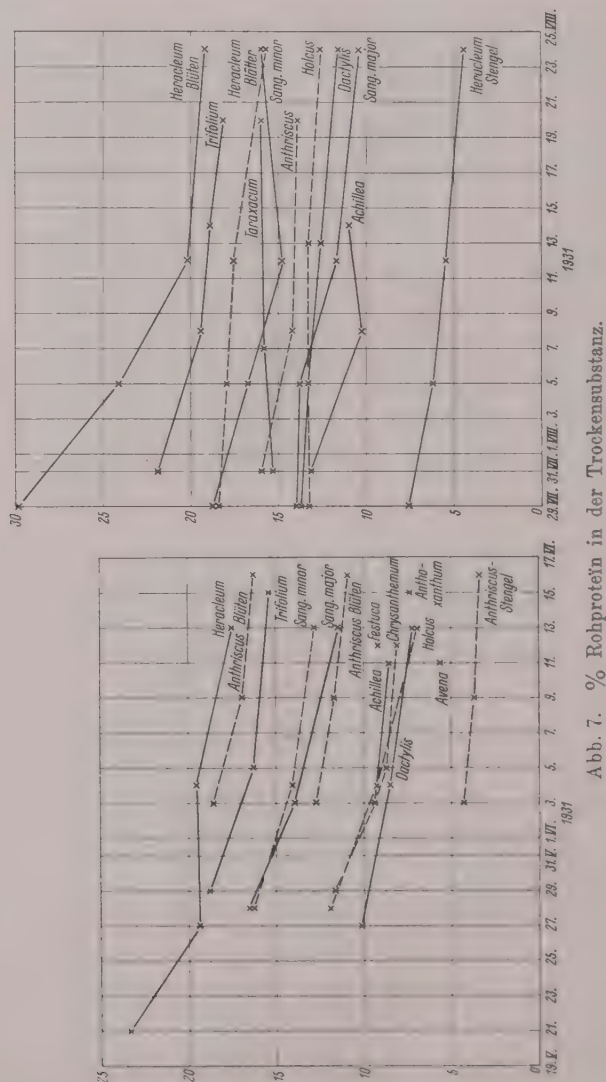


Abb. 7. % Rohprotein in der Trockensubstanz.

suchungen beigelegt (Tabelle 1). Um für *Chrysanthemum* auf Abb. 20 den ersten Balken vom 29. Mai und bei den Abb. 4—10 den ersten Punkt eintragen zu können, war die Untersuchung von $20 \times \frac{1}{4}$ qm nötig. Das vollständige Zahlenmaterial mit dem Rechnungsverfahren zeigt die Tabelle 1. Im ganzen liegen der Arbeit die Ergebnisse von $1740 \times \frac{1}{4}$ qm zugrunde. Im Jahre 1929

Rohefaser in der Trockensubstanz

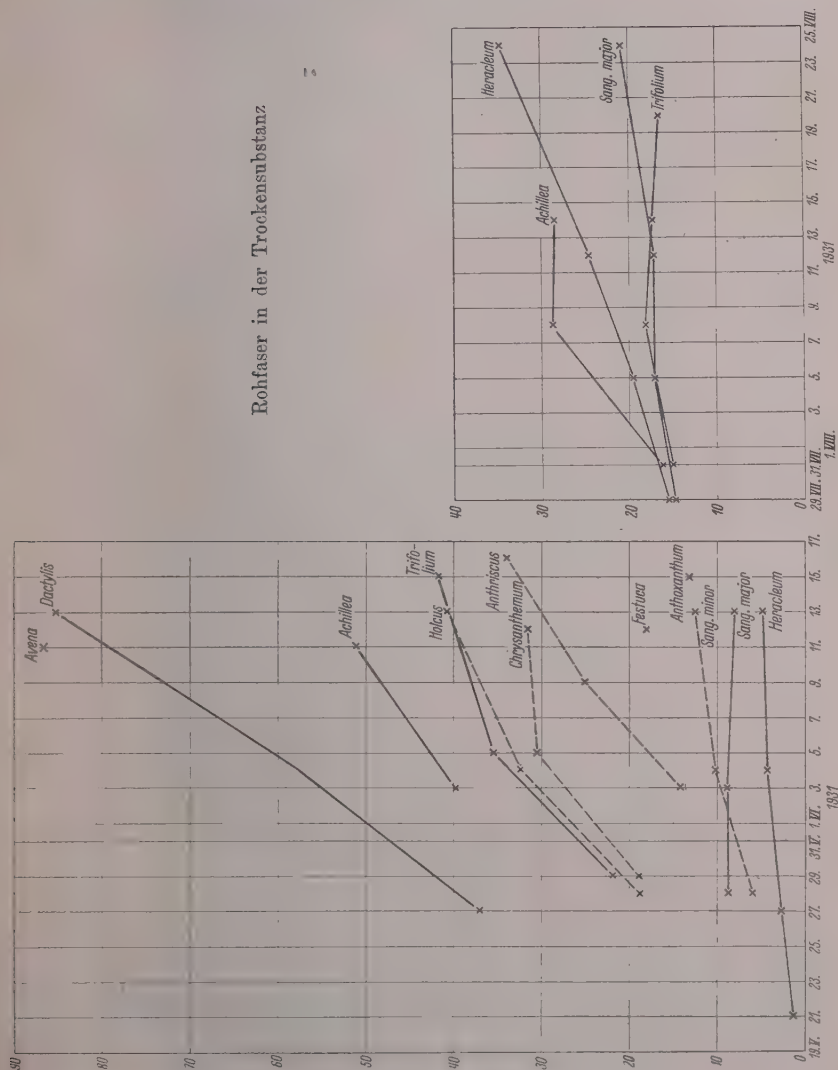


Abb. 8.

wurden jedesmal 10 Pflanzen gemessen. Dabei ergab sich bei *Scabiosa Succisa* für die Frischsubstanz $m\% = 9,17$, für die Trockensubstanz $= 3,15$ (Tabelle 2). Da sich die Untersuchung von 10 Pflanzen für jeden einzelnen Zweck als unzureichend her-

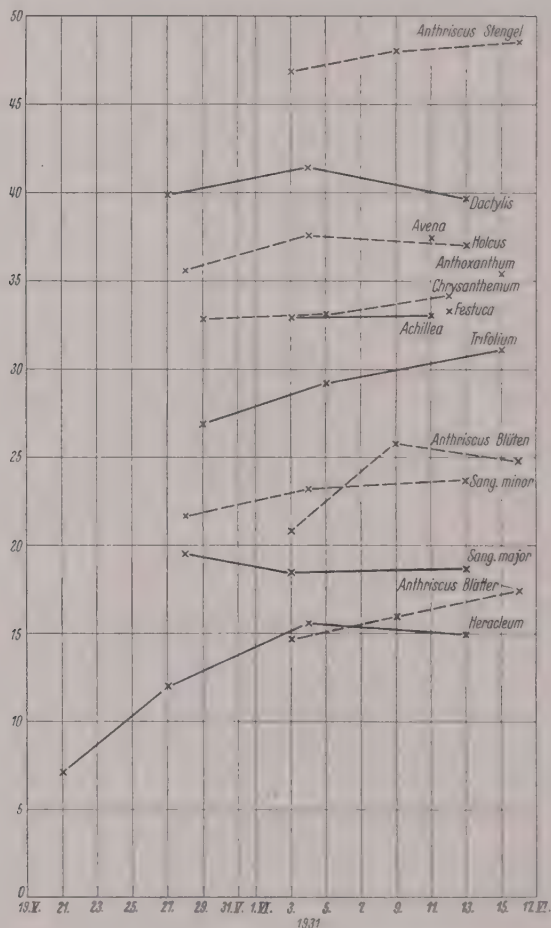


Abb. 9. % Rohfaser in der Trockensubstanz.

ausstellte, wurden 1930 20 Pflanzen gewählt, worauf sich der mittlere Fehler verminderte und bei *Scabiosa* $m\%$ auf 4,96 für Frischsubstanz und 0,51 für Trockensubstanz sank (Tabelle 3). Diese Pflanzenzahl hätte vielleicht genügt, und man hätte bei der

Arbeitsweise bleiben können. Aber wie ich schon ausführte, mußten wir zu der $\frac{1}{4}$ -qm-Methode übergehen. Hier belief sich bei *Chrysanthemum* nach dem alten Verfahren (ohne die Schätzung um auf $\frac{1}{4}$ qm Reinbestand zu kommen) für Frischsubstanz m % = 7,49, für Trockensubstanz = 8,24 (Tabelle 4). Tabelle 1 zeigt das Verfahren von 1931 mit der Umrechnung, hier ist m % für Frischsubstanz = 3,89 und für Trockensubstanz = 4,17.

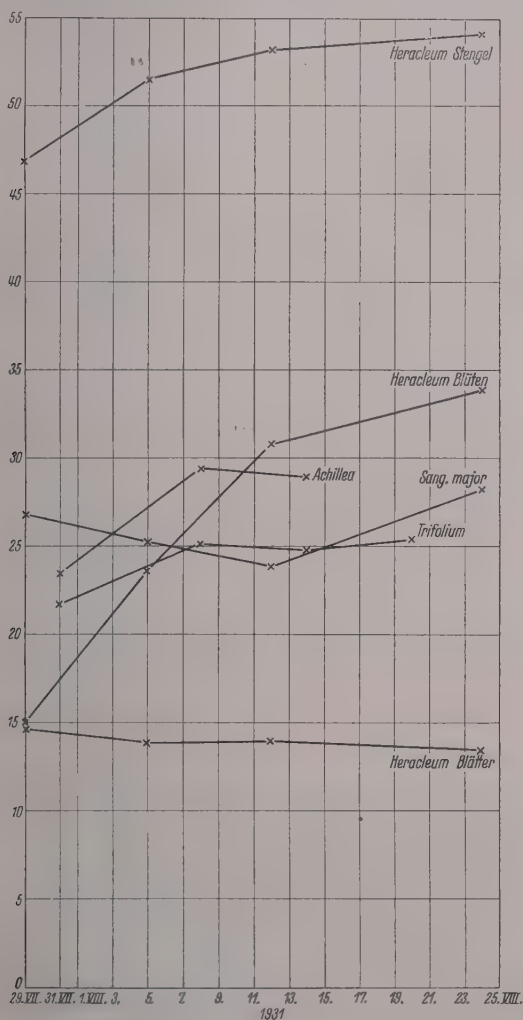


Abb. 10. % Rohfaser in der Trockensubstanz.

Tabelle 1.

1931. Wiese: C 5. Datum: 12. VI. 1931.

Entwicklungsstadium: Ende

Höhe: 50 cm.

Nr.	Bonitierung	Multiplikator	Zahl der Blüten	Zahl der Triebe	Frischsubstanz		Auf $\frac{1}{4}$ qm Reinbestand		Auf $\frac{1}{4}$ qm Reinbestand. Frischgewichtssubstanz			Trockensubstanz	
					oberhalb	unterhalb	Blüten	Triebe	oberhalb	unterhalb	gesamt	oberhalb	unterhalb
					g	g			g	g	g	g	g
1	0,25	40	9	9	12,5	2,8	360	360	500	112	612	2,26	0,53
2	0,5	20	18	18	26,6	3,8	360	360	532	76	608	5,06	0,82
3	1	10	25	23	35,0	5,0	250	230	350	50	400	7,50	1,24
4	0,75	13,3	13	26	23,5	8,1	173	346	313	108	421	4,56	1,36
5	1	10	25	20	54,5	7,5	250	200	545	75	620	12,28	1,72
6	2	5	40	45	83,0	15,5	200	225	415	78	493	17,28	3,06
7	1,5	6,66	32	28	64,5	7,0	213	187	430	47	477	13,31	1,60
8	1,25	8	24	27	66,0	9,2	192	216	527	74	601	13,90	2,08
9	0,75	13,3	17	17	42,5	5,0	226	226	566	67	633	8,12	0,91
10	1,25	8	25	25	63,8	13,0	200	200	511	104	615	13,52	2,89
11	1,25	8	30	27	60,5	10,0	240	216	484	80	564	12,06	1,90
12	1,50	6,66	24	32	42,0	13,0	160	213	280	87	367	8,38	2,36
13	0,75	13,3	21	17	34,0	5,7	279	226	452	76	528	—	—
14	0,5	20	16	16	31,0	3,4	320	320	620	68	688	5,88	0,81
15	1,25	8	36	36	52,8	8,0	288	288	423	64	487	10,92	1,86
16	2,50	4	56	60	123,0	14,3	224	240	492	57	549	26,30	3,37
17	1	10	29	27	35,5	6,7	290	270	355	67	422	0,56	1,28
18	1,25	8	35	38	64,5	11,0	280	304	516	88	604	13,58	2,36
19	1,75	5,72	44	46	75,5	14,5	251	263	428	83	511	15,50	3,12
20	2,5	4	57	67	92,0	12,8	228	263	368	51	417	19,20	2,88
M	—	—	—	—	—	—	249	258	455	76	531	—	—
m	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,06	—	—
m %	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,89	—	—

In den Kurven über den Entwicklungsverlauf der untersuchten Arten liegt das Rekonstruktionsbild (Abb. 4—10). Dadurch ist es möglich, den genauen Verlauf einer Art dem einer anderen zu vergleichen, und damit auch die Entwicklung der Frisch- und Trockensubstanz, des Rohproteins und der Rohfaser einander gegenüberzustellen. Aus all diesen Untersuchungen wird man etwas über den Wert der Pflanze aussagen können. Bei dem Werturteil, welches bei dieser Arbeit auf den Entwicklungsverlauf aufgebaut

Arbeitsschema.

Pflanze: *Chrysanthemum*.

der Blüte-Fruchtbildung.

Methode: $20 \times \frac{1}{4}$ gm.

Trockensubstanz auf $\frac{1}{4}$ gm			Stickstoff-Untersuchung der Trocken- substanz oberhalb						Rohfaser-Untersuchung der Trockensubstanz oberhalb					
ober- halb	unter- halb	gesamt	Titer Mittel	m	g	m %	Stick- stoff %	Roh- protein %	m	Filter + Faser	Faser in 3 g	Faser %	m	m %
90,4	21,2	111,6	5,83	0,04	0,68	1,30	8,11	0,05		1,903	0,891	33,6	0,31	0,39
101,0	16,4	117,4								1,910	0,895	—	—	—
75,0	24,8	99,8												
60,7	18,1	78,8												
122,8	17,2	140,0	5,90	0,10	1,70	1,31	8,17	0,13		1,895	0,893	34,4	1,07	3,12
86,2	15,3	101,5								1,950	0,938	—	—	—
88,7	10,7	99,4												
111,2	16,6	127,8												
108,1	12,1	120,2	5,70	0,00	0,00	1,27	7,93	0,00		1,920	0,910	34,0	0,19	0,56
108,1	23,1	131,2								1,913	0,903	—	—	—
96,5	15,2	111,7												
55,8	15,7	71,5												
—	—	—	6,05	0,05	0,82	1,35	8,44	0,06		1,945	0,938	34,6	0,75	2,17
117,6	16,2	133,8								1,905	0,905	—	—	—
87,5	11,9	102,4												
105,0	13,5	118,5												
65,6	12,8	78,4	5,75	0,05	0,87	1,28	8,00	0,06		1,895	0,912	34,3	0,00	0,00
108,5	18,9	127,4								1,900	0,912	—	—	—
88,7	17,8	106,5												
77,0	11,5	88,5												
92,3	16,4	108,7	5,84	0,05	0,81	1,30	8,13	0,06	—	—	34,1	0,43	1,25	
—	—	4,52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	4,17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

ist, wird der Anteil der Masse unter- und oberhalb des Schnittpunktes noch seine Bedeutung haben. Wir werden aber nicht nur ein allgemeines Urteil fällen können, z. B. daß diese oder jene Pflanze eine auffallend frühe Jugendentwicklung aufweist mit einem ganz plötzlichen Abfall, wie es bei *Saxifraga* der Fall ist, sondern wir können mit Bestimmtheit sagen, ob eine Pflanze auf Grund des Entwicklungsverlaufes für den Wiesenwirt als Unkraut anzusprechen ist oder nicht.

Tabelle 2. Arbeitsschema.

1929. Wiese: H VIII. Datum: 27. VIII. 1929. Pflanze: *Scabiosa*.

Entwicklungsstadium: Ende der Blüte.

Methode: 10×1 Pflanze.

Nr.	Frischsubstanz			Trockensubstanz		
	oberhalb	unterhalb	gesamt	oberhalb	unterhalb	gesamt
	g	g	g	g	g	g
1	3,6	8,7	12,3	1,12	2,23	3,35
2	3,4	11,2	14,6	0,89	2,52	3,41
3	9,7	16,7	26,4	2,57	4,08	6,65
4	4,1	11,7	15,8	1,20	2,77	3,96
5	11,8	14,2	26,0	3,40	3,84	7,24
6	9,9	14,2	24,1	2,96	4,24	7,20
7	7,4	13,3	20,7	2,16	3,34	5,50
8	9,3	12,6	21,9	2,84	3,37	6,21
9	6,9	13,7	20,6	1,92	3,31	5,23
10	11,6	21,5	33,1	3,19	5,34	8,52
M	7,8	13,8	21,6	2,22	3,50	5,72
m	—	—	1,98	—	—	0,18
m %	—	—	9,17	—	—	3,15

Tabelle 3. Arbeitsschema.

1930. Wiese: H VII. Datum: 18. VIII. 1930. Pflanze: *Scabiosa*.

Entwicklungsstadium: In der Blüte.

Methode: 20×1 Pflanze.

Nr.	Frischsubstanz			Trockensubstanz		
	oberhalb	unterhalb	gesamt	oberhalb	unterhalb	gesamt
	g	g	g	g	g	g
1	6,70	15,80	22,50	1,52	2,80	4,32
2	7,35	16,75	24,10	1,64	3,40	5,04
3	11,90	19,60	31,50	2,70	3,65	6,35
4	7,70	14,20	21,90	1,65	2,77	4,42
5	10,80	11,90	22,70	2,43	2,41	2,84
6	7,50	11,15	18,65	1,57	1,92	3,49
7	12,25	13,15	25,40	2,93	2,52	5,45
8	12,60	20,95	33,55	2,87	3,75	6,62
9	8,45	12,30	20,75	1,82	2,47	4,29
10	9,80	13,20	23,00	2,59	2,80	5,39
11	8,50	22,35	30,85	2,01	4,20	6,21
12	8,65	14,70	23,35	1,93	2,80	4,73
13	13,80	19,15	32,95	3,55	3,96	7,51
14	8,65	10,05	18,70	2,14	1,99	4,13
15	8,30	16,50	24,80	1,96	3,17	5,13
16	12,25	15,45	27,70	3,09	2,71	5,80
17	5,80	11,15	16,95	1,38	2,20	3,58
18	6,15	13,40	19,55	1,52	2,57	4,09
M	9,29	15,10	24,30	2,18	2,89	5,07
m	—	—	1,21	—	—	0,26
m %	—	—	4,96	—	—	0,51

Tabelle 4. Arbeitsschema.

1930. Wiese: C.I. Datum: 9. V. 1930. Pflanze: *Chrysanthemum*.

Entwicklungsstadium: Stengelbildung, vor der Blüte.

Methode: $10 \times \frac{1}{4}$ qm.

Nr.	Frischsubstanz g	Trockensubstanz g	Nr.	Frischsubstanz g	Trockensubstanz g
1	124,0	15,03	8	107,0	13,13
2	87,0	10,05	9	90,0	10,86
3	67,0	7,21	10	117,0	12,99
4	110,0	12,15			
5	150,0	18,22	M	111,0	13,10
6	150,0	17,94	m	8,32	1,08
7	108,0	13,44	m %	7,49	8,24

Der Unkrautbegriff.

An dieser Stelle muß zunächst der Unkrautbegriff festgestellt werden. Nach Thaer/Appel (28) ist „eine jede Pflanze Unkraut, die an einem Ort steht, an den sie nicht gehört. Wenn also Gerste in einem Haferfeld steht, so ist sie in diesem Falle Unkraut“. Für die Ackerunkräuter ist die Entscheidung deshalb sehr einfach, weil man auf Grund der Feldbestellung weiß, welche Arten für den Landwirt Kulturpflanzen sind. Aus der angeführten Deutung des Unkrautbegriffes geht hervor, daß ein Gewächs einmal eine hochwertige Kulturpflanze, das andere Mal ein Unkraut sein kann. Ist man berechtigt, diese Auffassung über das Wesen der Unkräuter vom Ackerland auf die Wiese zu übertragen? Das könnte der Fall sein, wenn feststeht, was auf eine Wiese gehört und was dort nicht hingehört. Für eine Reihe von Pflanzen weiß man es; daß z. B. *Bellis perennis* ein Unkraut ist, sollte dem Landwirt bekannt sein. Das hat auch Raum (17) in seiner Schrift über die Wiesenunkräuter ausgeführt. Für eine ganze Reihe von Pflanzen ist man aber im Unklaren, weil ihr Wert von manchen Faktoren abhängt. Im Unklaren ist man sich auch deshalb, weil man die Pflanzenarten nicht genau kennt. An Einflüssen, welche die Bewertung einer Pflanze verschieben können, wäre zunächst der Nutzungszweck zu nennen. Ein und dieselbe Pflanzenart auf Weide oder Wiese kann recht verschieden zu bewerten sein. Da diese Arbeit sich nur mit Pflanzen auf Wiesen befaßt, kann auch nur nach dieser Seite hin über die untersuchten Arten geurteilt werden. Weiterhin ist die Zeit der Heuernte außerordentlich wichtig. Auf

diese Frage wird noch mehrmals zurückzukommen sein. Das Klima einer Gegend kann bestimmen, ob der Landwirt den größten Wert auf seinen ersten Schnitt oder auf den zweiten legen soll. Dreischnittige Wiesen konnten in dieser Arbeit nicht berücksichtigt werden, da in der hiesigen Gegend nur zweimal gemäht wird. Muß der Landwirt den größten Wert auf den ersten Schnitt legen, so nützen ihm die Pflanzen, welche erst vor dem zweiten Schnitt ihre Vollendung haben, nicht viel und umgekehrt. Bei der neuen Methode des Einsäuerns der Erntemasse in Silos wird sich der Wert gegenüber anderen Erntearten für die Pflanzenarten sicher auch verschieben. In dieser Art wären noch einige Faktoren zu nennen, z. B. solche, die sich auf die Mähmaschine beziehen und auf die Technik der Erntearbeiten überhaupt. Aus diesen Ausführungen geht schon hervor, daß das Urteil „Ackerunkraut“ viel schneller und leichter gefällt ist als das Wort „Wiesenunkraut“.

Hat man aber das Werturteil „Wiesenunkraut“ gefällt, so muß man sich weiter über den Schädlichkeitsgrad dieser Pflanzenart Klarheit verschaffen. Sind zwei verschiedene Pflanzenarten auf Grund der Tatsache, daß sie nur tiefliegende Rosetten bilden, und man dadurch beim Mähen keine Substanz gewinnt, als Unkräuter erkannt, so können sie noch immer ganz verschieden bewertet werden. Bildet die eine Art eine Rosette, die zur Zeit der vollsten Entwicklung 50 qcm Fläche einnimmt, so ist sie weniger schädlich als die Rosetten bei einer anderen Pflanzenart, welche 150 qcm bedecken. Betrachtet man unter diesem Gesichtspunkt andere morphologische oder physiologische Verhältnisse, so würde auch die Beschattung, die von einer Pflanze ausgeht, die Nahrungsaufnahme, der Wasserverbrauch hier zu berücksichtigen sein. Korsmo (14) gibt für die Schädwirkungen der Unkräuter folgende Gesichtspunkte an: 1. Verdrängung der Nutzpflanzen; 2. Lichtentzug der Pflanzen; 3. Nährstoffentzug aus dem Boden; 4. Entzug von Bodenfeuchtigkeit; 5. Herabsetzung der Bodenwärme; 6. Störung von Entwicklung und Reife der Nutzpflanzen; 7. Förderung von Pilz- und Insektenangriffen; 8. Verunreinigung und Zersetzung der Ackerkrume mit Ausläufern; 9. Ihre Lebensweise als Schmarotzer; 10. Vergiften der Ernte; 11. Herabsetzung des Ertragswertes; 12. Beeinträchtigung des äußeren Eindrucks.

Nach der Besprechung der für diese Arbeit benutzten Methode und auch der kurzen Darlegung des Unkrautbegriffes und der

Unkrautbewertung im allgemeinen gehe ich zu der Besprechung der bearbeiteten Arten über. Für die Beurteilung der Pflanzen benutzte ich folgende Literatur: 1, 7, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 24, 27, 34, 35, 36.

Besprechung der bearbeiteten Arten.

Bellis perennis, *Cardamine pratensis*, *Saxifraga granulata*.

Diese drei Arten sind als Unkräuter wohlbekannt. Ich habe sie in die Untersuchung mit einbegriffen, weil sie sehr häufig vorkommen. Für *Bellis* gibt Raum (17) an, daß manche Wiesenflächen ganz davon gepflastert erscheinen. Das starke Vorkommen von *Cardamine* ist durch die Farbenpracht der Wiesen zur Zeit seiner Blüte hinreichend bekannt, und *Saxifraga* ist eine Pflanzenart, die hier im Lahntal und ebenso im Westerwald so häufig vorkommt, daß große Flächen durch ihre Blüte weiß erscheinen. Der Grund, diese Pflanzen in die Arbeit aufzunehmen, lag auch darin, einen Vergleich zu ähnlichen Arten, über die das Urteil nicht so klar ist, zu bekommen. Diese Pflanzen: *Senecio aquaticus*, *Plantago media* und *Scabiosa Succisa* werde ich am Schluß des speziellen Teils besprechen, weil hierfür die Untersuchungen in den Jahren 1929 und 1930 angestellt sind.

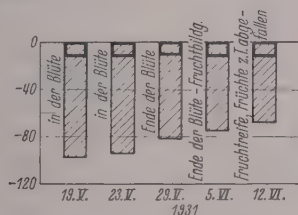
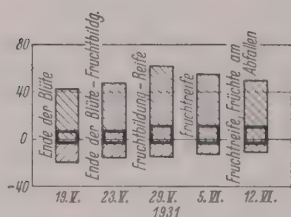
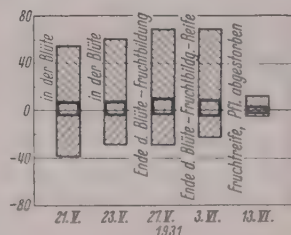


Abb. 11. *Bellis perennis*.

Abb. 11 zeigt für *Bellis*, daß oberhalb des 7-cm-Punktes keine Pflanzenmasse liegt. Es muß hier allerdings gesagt werden, daß ab und zu einmal ein Blütenköpfchen oder Teile der Blüte über diesem Punkt erscheinen. Die Masse ist aber so gering, daß sie bei der Technik unseres Arbeitsverfahrens nicht festzustellen war. Untersucht wurde die Pflanze nur in ihrem Verhältnis zum Schnittpunkt und ihrem Frisch- und Trockensubstanzverlauf vor dem 1. Schnitt, da hiermit ihre Unkrautnatur erwiesen war. Bei der Betrachtung der Abb. 11 ist festzustellen, daß *Bellis* in seiner Gesamtmasse ganz unten steht und daß diese einen auf-

fallend gleichmäßigen Verlauf hat. Die Unkrautbewertung ist auf Grund seines starken Vorkommens und der Fähigkeit, andere Pflanzen zu verdrängen, keineswegs so leicht zu nehmen, wie es in der allgemeinen landwirtschaftlichen Literatur geschieht. Ich glaube, daß man bei den heutigen Anforderungen, die an eine Wiese zu stellen sind, anderer Meinung sein muß.

Cardamine pratensis hat, wie die graphische Darstellung Abb. 12 beweist, ein ganz anderes Verhältnis zwischen der Pflanzenmasse unter- und oberhalb des Schnittpunktes. Auch für diese Pflanze genügte die Untersuchung auf Frisch- und Trockensubstanz vor dem ersten Schnitt. Korsmo (14) gibt an, daß die Pflanze „verschwindet“. Er führt dieses Wort wohl absichtlich in Anführungszeichen an. Abb. 11 und 12 zeigen deutlich, daß man von einem Verschwinden nicht sprechen kann. Das ist eine Tatsache, welche dem Praktiker sicher in den allermeisten Fällen

Abb. 12. *Cardamine pratensis*.Abb. 13. *Saxifraga granulata*.

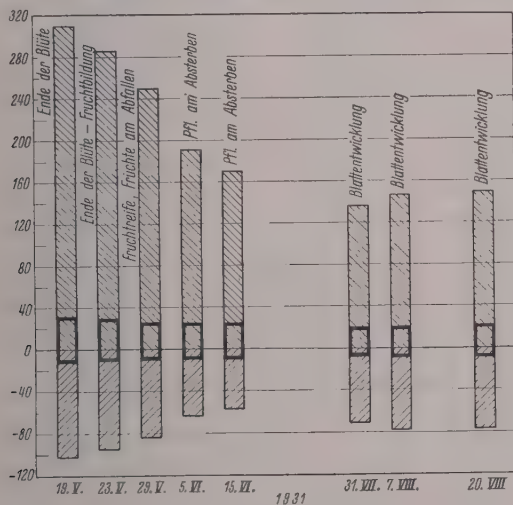
entgangen sein wird, denn *Cardamine* ist sofort nach der Blüte in der Wiese kaum wiederzufinden, trotzdem sie nur einen geringen Teil ihrer Masse, die über den 7-cm-Punkt liegt, verliert.

Ganz anders verhält sich *Saxifraga*, eine Pflanzenart, die auch wieder nur auf ihr Verhältnis in bezug auf den Schnittpunkt und auf Frisch- und Trockensubstanz untersucht wurde. Bei dieser Pflanze ist an Besonderheiten gegenüber den bisher besprochenen nur das außerordentlich plötzliche und starke Zurückgehen zu nennen.

Taraxacum officinale.

An vielen Stellen spricht man in der Literatur von ihrer Rosettenform, welche im Wettbewerb gute Futterpflanzen verdrängt. Die Frage, ob man im Löwenzahn ein wenigstens zum Teil brauchbares Kraut oder ein Unkraut vor sich hat, wird verschieden beantwortet. Die meisten Autoren sind der Meinung, daß die Pflanze

in geringen Mengen gern auf der Wiese gesehen wird, nur ein starkes Vorkommen müßte unbedingt vermieden werden. Stebler und Schröter (24) geben an, daß *Taraxacum* bei früher Mahd wohl ein gutes Futterkraut sein mag. Da in der Schweiz die Wiesen aber spät gemäht werden, ist *Taraxacum* dort ein Unkraut, denn zur Zeit der Mahd hat sich die Pflanze schon stark zurückentwickelt. Diese Autoren berichten auch über die chemische Zusammensetzung des Löwenzahns zu verschiedenen Zeiten. Da die Analysen (24) aber an Material verschiedener Gegenden ausgeführt sind, schwanken die Ergebnisse so stark, daß man einen Rückschluß auf den Entwicklungsverlauf nicht ziehen darf.

Abb. 14. *Taraxacum officinale*.

Mein Zahlenmaterial zeigt, daß im dichten Pflanzenbestand auf den hiesigen Wiesen *Taraxacum* die typische Rosettenform verliert. Der Anteil der Masse unterhalb des Schnittpunktes ist gegenüber der Masse deshalb nicht sehr groß (siehe Abb. 14). Aus Betrachtung dieser graphischen Darstellung ergibt sich weiter, daß die Pflanze bei den Messungen vom 19. Mai an sich sowohl über dem Schnittpunkt, wie darunter gleichmäßig abwärts entwickelt. Die Trockensubstanz verhält sich ebenso wie die Frischsubstanz. Angaben darüber, wie sich der Löwenzahn seinem Wuchs nach vor dem zweiten Schnitt verhält, findet man in der Literatur nicht. Aus den Zahlentafeln ergibt sich, daß die Wuchsfreudigkeit

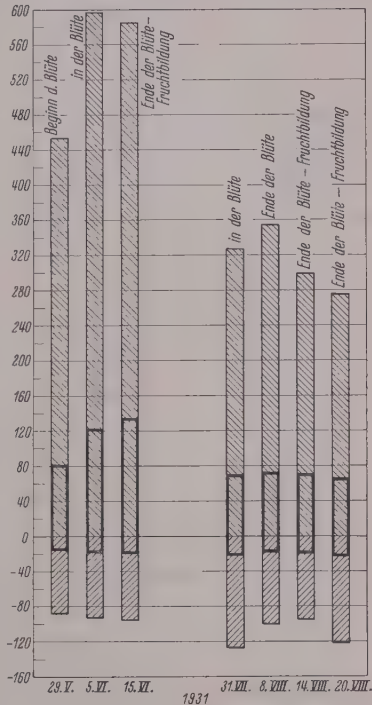
nach der Heuernte wesentlich nachläßt, man kann nur einen ganz geringen Zuwachs feststellen. Dabei ist die Tatsache beachtenswert, daß sich das Verhältnis der Pflanzenmasse unterhalb und oberhalb des 7-cm-Punktes gegen die erste Entwicklung zugunsten der tiefer liegenden Teile verschiebt. Bei Abb. 4 ist, soweit es die Frischsubstanz betrifft, die Rückwärtsentwicklung der Gesamtpflanzenmasse und der weitere Verlauf nach der Heumahd noch deutlicher zu sehen. Betrachtet man die Pflanzenmasse vom 19. Mai im Vergleich zu den anderen untersuchten Pflanzenarten, so sieht man, daß sie recht ansehnlich ist, und es ist durchaus verständlich, daß *Taraxacum* zu dieser Zeit als gutes Futterkraut beurteilt wird. Wollte man aber den Löwenzahn als Kulturpflanze nutzen, so müßte die Wiese anomal früh gemäht werden, viel früher, als es der sonstige Pflanzenbestand zuläßt. Zum Vergleich sind auf Abb. 4 auch einige gute Gräser und Klee angegeben. Der richtige Zeitpunkt zum Mähen dieser Wiese wäre in den ersten 10 Tagen des Juni gewesen. Zu dieser Zeit hatte *Taraxacum* aber schon fast seinen Tiefstand erreicht. Deshalb gibt es für Löwenzahn jedenfalls bei der Pflanzenzusammensetzung dieser Wiesen, niemals einen Zeitpunkt, an dem es ein Futterkraut wäre. Da *Dactylis* und *Trifolium pratense* sich als frühe Pflanzen in diesem Bestand befinden, kann man wohl allgemeiner sagen, daß auch bei anderer Zusammensetzung der Wiesen *Taraxacum* niemals einen Wert bekommen wird. Da unsere Untersuchungen zu diesem Ergebnis führen, ist es auch ganz abwegig, für den Wiesenbestand einige wenige *Taraxacum*-Pflanzen zu wünschen. Berücksichtigt man bei diesen Überlegungen auch noch das Entwicklungsbild nach dem ersten Schnitt und den Verlauf der Trockensubstanz bei Abb. 5, so wird das Urteil nur noch bestärkt.

Diese Bewertung war mir aus den Untersuchungen der Jahre 1929 und 1930 schon bekannt, deshalb wurden keine Stickstoffanalysen vor dem Schnitt ausgeführt. Aus der Abb. 7 ist zu sehen, daß der prozentuale Rohproteingehalt nach dem Schnitt im Vergleich zu anderen Pflanzen zwar ganz gut, daß aber, wie Abb. 6 zeigt, die Rohproteinmenge auf Grund der geringen Trockensubstanz, welche die Pflanze zu dieser Zeit liefert, gering ist.

Der Unkrautcharakter von Löwenzahn ist festgestellt. Da die Pflanze viel Wasser enthält, wie die Gegenüberstellung von Frisch- und Trockensubstanz ergibt, und sie viel Raum beansprucht, ist *Taraxacum* als gefährliches Unkraut zu werten.

Trifolium pratense.

Kulturpflanzen wie Klee und einige Gräser wurden in der Hauptsache erst 1931 für die Bearbeitung herangezogen, um für den Vergleich der untersuchten Kräuter Ergebnisse von Pflanzen zu besitzen, deren Wert feststeht. Schon Abb. 15 zeigt sowohl für die Messungen vor der Heuernte als auch nach derselben, daß *Trifolium* das Muster einer guten Futterpflanze ist. Der weitaus größte Teil der Masse wird seinem Zweck zugeführt, denn der Anteil unterhalb des Schnittpunktes ist im Vergleich zum anderen gering. Pflanzenarten, deren Massen vor und nach dem Schnitt hoch liegen, sind solche, die zweimal blühen. Die Feststellung kann man auf allen einzelnen Tafeln machen. Daß der Rotklee nach dem Schnitt größere Mengen als vorher unter dem 7-cm-Schnittpunkt entwickelt, ist so zu erklären, daß eine neue Bestockungsperiode einsetzt. Die graphischen Darstellungen in Abb. 4 und 5 geben *Trifolium pratense* ebenfalls das Zeichen seines wertvollen Charakters, das ist sowohl vor wie nach dem Schnitt der Fall. Auch der Prozentgehalt an Roh-

Abb. 15. *Trifolium pratense.*

protein (Abb. 7) ist sehr günstig, und dank der großen Futtermassen, welche die Art liefert, steht die Rohproteinmenge (Abb. 6) an höchster Stelle. Der Rohfaserprozentgehalt (Abb. 9) liegt in der Mitte, und infolge der großen Frisch- und Trockensubstanz ist die Rohfasermenge zwar groß, aber keineswegs anomal.

Dactylis glomerata, *Holcus lanatus*, *Avena elatior*, *Festuca rubra*, *Anthoxanthum odoratum*.

Dactylis und *Holcus* sind vollständig bearbeitet. *Avena*, *Festuca* und *Anthoxanthum* nur einmal, kurz vor der Heuernte untersucht. Diese einmalige Bearbeitung der drei Arten genügte: Sie erleichterte die Eingliederung aller Pflanzen. Es könnte auffallen,

daß manche Pflanzen sehr oft und schon vom 19. Mai an untersucht werden, andere dagegen wesentlich weniger häufig und später. Der Grund hierfür liegt in der Entwicklung der Arbeit, gleichzeitig wird auch somit begründet, weshalb 1931 erst Mitte Mai mit den Untersuchungen begonnen wurde. Wesentlich ist die Feststellung des höchsten Entwicklungspunktes der Art und der

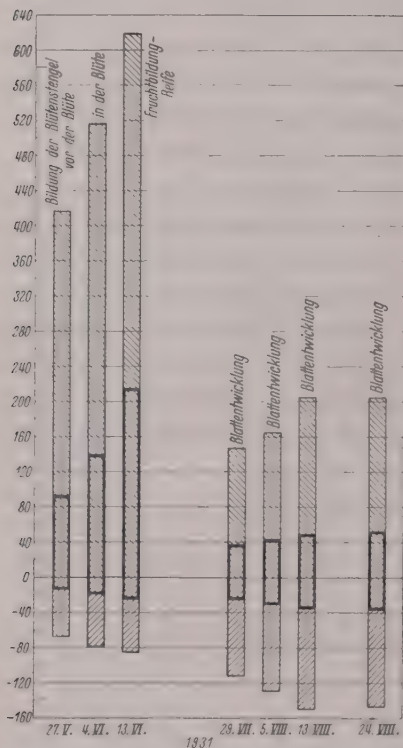


Abb. 16. *Dactylis glomerata*.

Masse, welche die Pflanze liefert, steht sie in bezug auf ihre Rohproteinmenge für die Zeit vor dem Schnitt an zweitgünstigster Stelle. Weil *Dactylis* nach dem ersten Schnitt über dem 7-cm-Punkt lange nicht mehr die Masse liefert wie zu der vorhergehenden Periode, so ist die Rohproteinlieferung während dieses zweiten Abschnittes nicht groß (Abb. 6). Auffallend ist für *Dactylis* und *Holcus* die Zunahme der Pflanzenmenge unterhalb des Schnittpunktes nach der ersten Wiesenmahd.

weitere Verlauf bis zur Ernte. Da mir aus den Ergebnissen der Jahre 1929 und 1930 — den beiden Jahren für die Bearbeitung der Methode — der Verlauf schon bekannt war, so konnten wir 1931 mit den Messungen zu den entsprechenden Zeiten beginnen.

Für *Dactylis* zeigt Abb. 16 vor dem Schnitt eine für den Landwirt beachtenswerte Entwicklung, aber auch, wie die Gegenüberstellung des Verlaufes in Abb. 4 und 5 zeigt, eine sehr hohe Trockensubstanz. Da noch dazu (Abb. 9) der Prozentgehalt Rohfaser sehr hoch ansteigt, kommt bei Zugrundelegung der Pflanzenmasse eine alle anderen Pflanzen überragende (Abb. 8) Rohfasermenge pro $\frac{1}{4}$ qm zustande. Der Prozentgehalt Rohprotein (Abb. 7) ist recht gering, und nur dank der

Holcus lanatus (Abb. 17) verhält sich ganz ähnlich wie das Knaulgras. Da seine Mengen an Frisch- und Trockensubstanz aber wesentlich geringer als die des Knaulgrases sind, so sieht das Rohproteinbild (Abb. 6) weniger günstig, das Rohfaserbild (Abb. 8) dagegen günstiger aus als bei *Dactylis*.

Avena elatior entwickelt eine so große Menge Frisch- und Trockensubstanz, daß auf Abb. 18 die Darstellungsweisen gegenüber allen anderen Pflanzen geändert werden mußte. Der neben der Trockensubstanz liegende Balken ist die Fortsetzung der Frischsubstanz von 500 bis 700 g. Da die Trockensubstanz höher ist als bei Knaulgras, ist die Rohfasermenge trotz der Tatsache, daß der prozentische Rohfasergehalt geringer wird, absolut größer als bei *Dactylis*. Die Rohproteinmenge vor dem 1. Schnitt liegt niedriger.

Festuca rubra zeigt (Abb. 18) einen hohen Anteil Blattmasse unter dem Schnittpunkt und sonst, bis auf die geringe Rohproteinmenge, keine besonderen Eigenschaften.

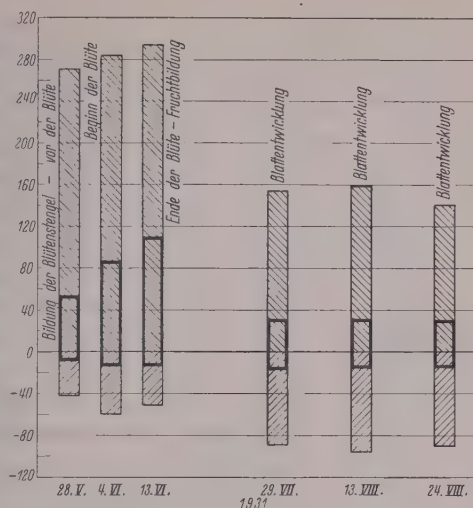
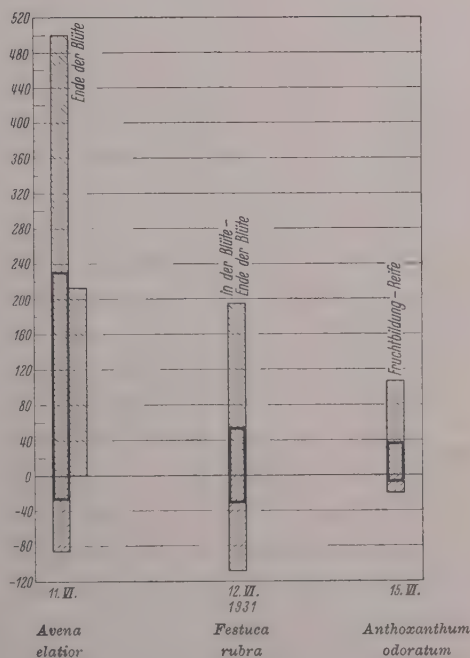
Abb. 17. *Holcus lanatus*.

Abb. 18.

Anthoxanthum odoratum entwickelt nur sehr geringe Mengen, und da es keinen besonderen Rohproteingehalt hat, liefert es ganz wenig Rohproteinmasse, und allein auf Grund seiner geringen Menge ist die Rohfasermenge an sich klein.

Achillea Millefolium.

Die neue Literatur (Korsmo 14) beschäftigt sich mit der Schafgarbe, soweit sie auf Äckern vorkommt, und gibt ihr das Prädikat „Unkraut“. Auch die eingehende Darstellung von

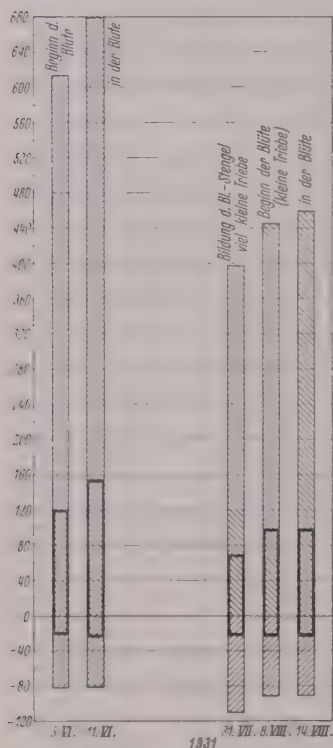


Abb. 19. *Achillea millefolium.*

der Frisch- und Trockensubstanz unterhalb und oberhalb des Schnittpunktes ist der Entwicklungsverlauf fraglos sehr günstig. Das Bild erinnert stark an das von *Trifolium pratense*. Auch das Verhältnis zwischen Trocken- und Frischsubstanz ist nicht anders als bei Rotklee. Wie die Ergebnisse vor und nach dem Schnitt zeigen, handelt es sich hier wieder um eine zweimal blühende Pflanze, denn die nach dem Schnitt

Niessen (15) ist auf die ackerbauliche Seite eingestellt. Über die Wiesenpflanze *Achillea* gibt die Literatur nicht viel Auskunft. Die älteren Autoren wie Werner (36), Strecker (27) und Stebler (19) sprechen sie als einigermaßen brauchbare Futterpflanze an. Siebert (18), der in neuester Zeit ein Urteil über die Schafgarbe abgab, läßt sie als Wiesenfutter vollständig abfallen. Lassen wir Niessen (15) selbst sprechen, er schreibt: „Anspruchslosigkeit an Klima und Nährkraft des Bodens, reiche Assimilations-tätigkeit und günstige Vermehrungs- und Verbreitungseinrichtungen machen die Schafgarbe zu einer Pflanze, die im Wettbewerb mit den anderen den Sieg davonzutragen vermag.“ Man liest häufig, daß das Vieh die junge Schafgarbe gern frißt, nur verholze die Pflanze zu schnell.

Nach unseren Bestimmungen

gebildete Masse wird wieder recht ansehnlich. Die Verschiebung der Frischsubstanz unterhalb und oberhalb des Schnittes nach der Heumähd erklärt sich wieder aus der zunehmenden Bestockung. Stellt man mit Hilfe der Darstellung auf Abb. 4 Vergleiche mit den anderen untersuchten Arten an, so ist *Achillea* vor dem Schnitt an zweithöchster Stelle zu finden, nach dem Schnitt fast an der Spitze. Die Trockensubstanzmenge ist zwar in beiden Fällen größer als bei *Trifolium*, das liegt aber nur daran, daß die Schafgarbe ja im ganzen auch mehr Masse geliefert hat. Der Prozentrohfasergehalt fällt fast mit dem von *Trifolium* zusammen und findet sich in der Mitte aller untersuchten Arten. Infolge der großen Frischsubstanzproduktion steht die Pflanze zwar an einer ziemlich hohen Stelle auf der Abb. 8 für die Rohfasermenge, liefert aber lange nicht Rohfasermassen wie *Dactylis* und *Avena*. Der Rohproteinprozentgehalt ist ähnlich dem von *Dactylis*, *Anthoxanthum* und *Festuca*, aber nicht sonderlich hoch. *Trifolium* hat jedenfalls einen sehr viel höheren Rohproteingehalt.

So weit bezogen sich die Betrachtungen auf Rohproteingehalt vor dem Schnitt. Nach dem Schnitt wird das Verhältnis zu *Dactylis* ungünstiger und der Abstand zu *Trifolium* vergrößert. Wesentlich günstiger fällt die Beurteilung für die von der Pflanze erzeugte Rohproteinmenge aus. Das liegt wiederum daran, daß die Schafgarbe eine so große Menge Substanz erzeugt hat. Auf Grund unserer Untersuchungen kann man daher *Achillea* nicht als Unkraut bezeichnen. Eingangs wurde darauf hingewiesen, daß die Bewertung von Pflanzen von verschiedenen Faktoren, die alle einzeln wissenschaftlicher Bearbeitung bedürfen, abhängt. Für weitere Beurteilung von *Achillea* ist vor allem das Ergebnis des Fütterungsversuches zu erbringen. Soweit bekannt, ist ein solcher Versuch exakt noch nicht durchgeführt. Bei Pflanzen, die so schwer zu beurteilen sind wie *Achillea*, wird man die Ansichten aus der Praxis wohl nicht immer als maßgebend betrachten können. So ist es auch gut zu verstehen, wenn eine frühere Zeit günstig über *Achillea* geurteilt hat.

Chrysanthemum Leucanthemum.

Die Betrachtung der Abb. 20 deutet schon durch das vollständig veränderte Verhalten vor und nach dem Schnitt darauf hin, daß die Margenrite als Unkraut anzusprechen ist. In der Literatur findet man zu diesem Punkt allgemein übereinstimmende Angaben,

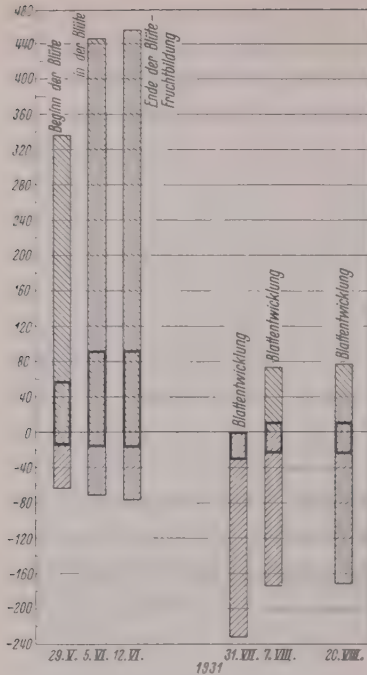


Abb. 20.
Chrysanthemum Leucanthemum.

es wird dort nur von dem „Unkraut *Chrysanthemum*“ gesprochen. Der Entwicklungsverlauf vor dem Schnitt ist zwar recht günstig, auch Zunahme und Höhe der Trockensubstanz halten sich in normalen Grenzen. Die Rohfaserprozente und die Rohfasermenge liegen in der Mitte, dagegen ist der prozentische Gehalt an Rohprotein und Maße recht niedrig, trotz einer günstigen Entwicklung der Frischsubstanz. Die Tatsache aber, daß *Chrysanthemum* nach dem Schnitt keine Masse mehr liefert und sich nur unterhalb des Schnittes durch Bildung vieler kleiner Rosetten weiter entwickelt, ließ uns davon Abstand nehmen, diese Art auf Rohprotein nach dem Schnitt zu untersuchen. Die Schädlichkeit des *Chrysanthemum* ist sehr groß, es nimmt viel Platz ein und breitet sich auch sehr

leicht auf den Wiesen aus, ohne im Rohprotein- und Rohfasergehalt etwas Besonderes zu leisten.

Sanguisorba major, Sanguisorba minor.

Die Gegenüberstellung der Untersuchungen für diese beiden Pflanzen ist wegen des verschiedenen Verlaufes interessant. *Sanguisorba major* hat eine späte Entwicklung, die sich erst nach dem Schnitt voll auswirkt: in diese Zeit fällt auch die Blüte. Bei *Sanguisorba minor* ist es umgekehrt, Hauptentwicklung und Blüte liegen vor der Heumähd. Wertet man die Verhältnisse der Massenbildung unter und über dem 7-cm-Punkt aus, so verhält sich *Sanguisorba major* auch wieder ganz anders als *Sanguisorba minor*. Letzteres hat einen hohen Anteil unter dem Schnittpunkt, *Sanguisorba major* dagegen nicht. Hätte man für die krautartigen Pflanzenarten eine Einteilung, wie man sie bei den Gräsern mit den Gruppen Obergras und Untergras kennt, so könnte man auch *Sanguisorba major* und

minor derartig gruppieren. *Sanguisorba minor* ist eine blattreiche Pflanze, *Sanguisorba major* dagegen eine solche, die ein ausgesprochenes Vermögen hat, Stengel zu bilden. Daraus erklärt es sich auch, daß bei *Sanguisorba minor* so viel Masse unter dem Schnitt bleibt. Das ist, allgemein betrachtet, nicht nur bei *Sanguisorba minor* der Fall, sondern bei allen Pflanzen, die hier untersucht wurden. Das, was die Sense nicht erfaßt, sind in der Hauptsache Blätter und Blatteile.

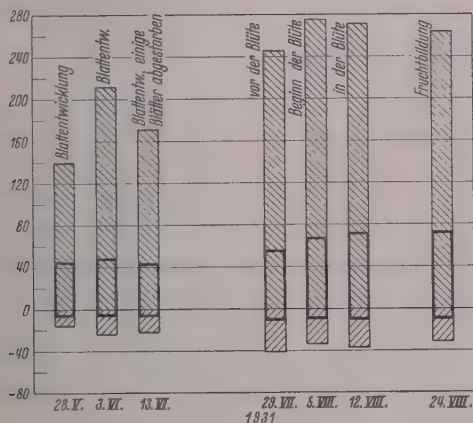


Abb. 21. *Sanguisorba major*.

Die Literatur beschäftigt sich mit beiden Pflanzen kaum. Mir ist nur das Urteil von Strecker (27) bekannt, daß man sich darüber streiten könne, ob *Sanguisorba minor* eine einigermaßen brauchbare Futterpflanze sei oder nicht. Nach dem Verlauf der Frischsubstanzbildung und insbesondere für *Sanguisorba minor* auch auf Grund der Tatsache, daß ein recht großer Prozentsatz der Pflanze nicht geerntet wird, muß man im Hinblick auf die heutigen hohen Forderungen an einen Wiesenbestand beide Pflanzen zum Unkraut rechnen.

Ebenso bemerkenswert wie der umgekehrte Vegetationsverlauf beider Pflanzen bei der bisherigen Betrachtung sind die Rohprotein- und Rohfaserergebnisse. Zu Anfang der Bestimmungen zeigen beide einen ungefähr gleichen Prozentgehalt Rohprotein. Dann trennen sich die beiden Linien immer mehr, besonders deutlich, wenn man auch die Ergebnisse nach dem Schnitt berücksichtigt. Der Prozentgehalt für *Sanguisorba major* fällt laufend, so daß die

Pflanze, die sich zuerst recht günstig darbot, im Verlauf der Vegetation immer undankbarer wird. *Sanguisorba minor* dagegen behauptet im Vergleich zu den anderen Arten einigermäßen seine anfängliche Höhe. Die Rohfaserprocente zeigen von vornherein für beide Arten einen — wenn auch nicht erheblichen — Unterschied. Beide haben einen geringen Rohfasergehalt. Vergleicht man die Ergebnisse der chemischen Untersuchung mit dem Habitus beider Pflanzenarten, so ergeben sich für die Rohproteinuntersuchungen die Parallelen: Blattreichtum und viel Rohprotein, Stengelreichtum und wenig Rohprotein.

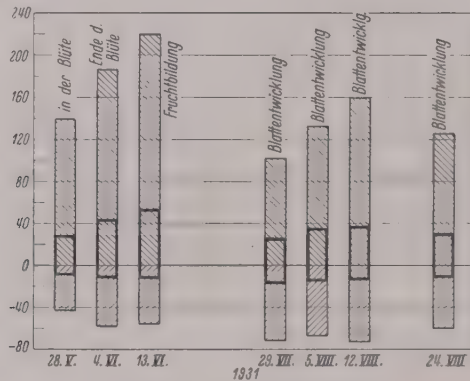


Abb. 22. *Sanguisorba minor*.

Anthriscus silvestris

ist eine Pflanze, von der ich viel mehr Substanz erwartet hätte, allein die Abb. 23 zeigt, daß der Wiesenkerbel nicht als Futterpflanze angesprochen werden kann. Bei den Untersuchungen schien es notwendig zu sein, nicht nur die Gesamtpflanze zu analysieren, sondern ebenso auch Stengel, Blatt und Blütenstand für sich. Zieht man von der Gesamtmasse die Stengelteile, welche ganz geringe Prozente an Rohprotein und sehr hohe an Rohfaser haben, ab, so bleibt nur noch ein kleiner Rest Blatt- und Blütenstandmasse übrig. Der Rohproteingehalt der Blätter ist nicht ungünstig, auch ist der Rohfasergehalt, weil sehr niedrig, günstig, aber bei der geringen Blattmasse, die nur entwickelt wird, können die Ergebnisse das Urteil über *Anthriscus* nicht ändern. Auch die Blütenstanduntersuchungen vermögen es nicht zu tun, obwohl die Blütenstände einen sehr hohen Rohproteingehalt aufzuweisen haben, und einen nicht ungünstigen Rohfasergehalt. Soweit beziehen sich

die Ergebnisse auf die Untersuchungen vor der Heuernte. Nach der Ernte wird nur noch wenig Masse gebildet, die einen guten Rohproteingehalt hat, der dem Gehalt der Blätter vor dem Schnitt ähnelt. Diese Angleichung ist gut zu verstehen, da nach dem Schnitt hauptsächlich nur noch Blätter vorhanden sind. Aber auf Grund der geringen Masse steht *Anthriscus* bei der auf der Fläche geernteten Rohproteinmenge an unterster Stelle. Auf Grund von Masse und chemischer Zusammensetzung hätte *Anthriscus* vielleicht

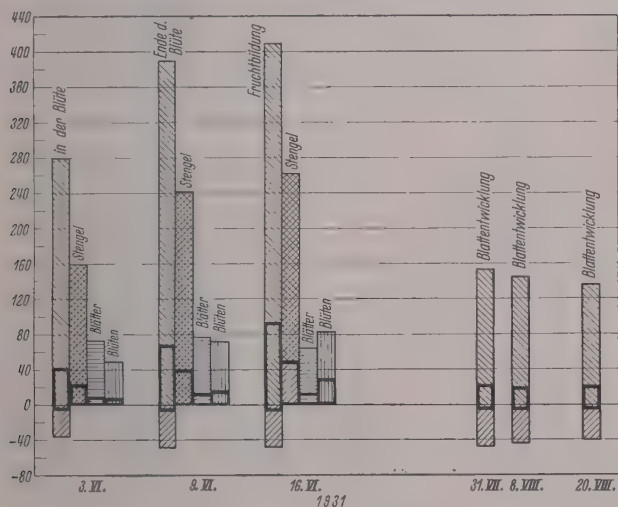


Abb. 23. *Anthriscus silvestris*.

keinen so starken Unkrautcharakter. Andere Faktoren jedoch, wie ihr Habitus und ihre starke Verbreitungsfähigkeit, stempeln *Anthriscus* zu einem der gefährlichsten Wiesenunkräuter.

Heracleum Sphondylium.

Ähnlich wie sich *Sanguisorba major* und *Sanguisorba minor* entgegengesetzt verhalten, ist es mit *Anthriscus* und *Heracleum*. Letzteres ist ein Kraut, das erst nach der Heumahd mit seiner ganzen Masse in Erscheinung tritt. Aber man sollte, genau wie beim Wiesenkerbel, entsprechend dem Habitus mehr Gesamtmasse erwarten. Das Verhältnis zwischen Stengel, Blatt und Blütenstand weicht gänzlich von dem bei *Anthriscus* ab. Wenn bei letzterem die Stengel bei weitem den Hauptanteil der Masse bilden, so ist das bei *Heracleum* niemals der Fall. Zu Anfang der Entwicklung

nach dem Schnitt ist die Blatt- und Stengelmasse beinahe gleich. Vor dem zweiten Schnitt hat sich das Bild vollständig geändert. Die Blütenstandanteile sind am größten, es folgen dann, in nicht unerheblichem Abstand, Stengelsubstanz und im selben Abstand die Blattmenge. Der Entwicklungsverlauf vor dem ersten Schnitt ist für Frischsubstanz und Trockensubstanz nicht günstig. Die Prozente an Rohprotein sind zwar sehr hoch, der Menge nach aber ist durch die verhältnismäßig niedrige Frischsubstanz nur wenig Rohprotein vorhanden. Ein günstigeres Bild bietet dagegen die

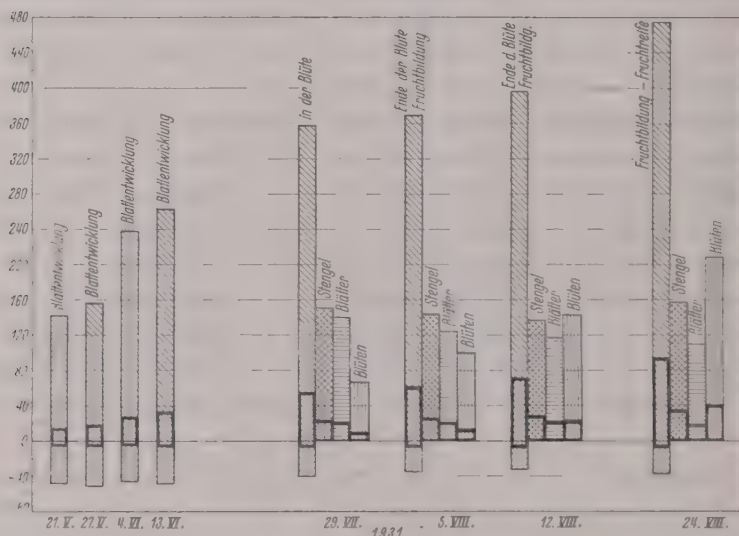


Abb. 24. *Heracleum Sphondylium*.

Rohfaser. Ihre Prozente sind von allen untersuchten Pflanzen am niedrigsten, und da diese Art nicht viel Frischsubstanz vor dem Schnitt bildet, ist auch ihre Rohfasermenge gering. Die Beurteilung von *Heracleum* in ihrem Verlauf nach dem ersten Schnitt muß ohne Berücksichtigung der Stengelmasse ausgeführt werden. Trotzdem bleibt die auf Grund der Protein- und Rohfaseruntersuchungen günstige Blütenstand- und Blattmasse noch recht hoch, sie steht hinter *Trifolium* kaum zurück. Auch bei *Heracleum* ist es wie bei *Achillea*, daß auf Grund unserer Untersuchungen der Bärenklau nicht als Unkraut zu gelten hat. Beurteilt man ihn aber, wie das in der Literatur mehrfach geschieht, nach anderen Gesichtspunkten, so kann man sich manchem abfälligen Urteil

nicht entziehen: *Heracleum* verliert bei der Ernte durch Zerbröckeln der Blätter viel wertbildende Bestandteile, es erschwert und behindert das Trocknen des Heues und das Wachstum anderer Pflanzen, vorzugsweise guter Gräser, die ihm auch in den hier untersuchten Faktoren noch überlegen sind.

Senecio aquaticus, *Plantago media*, *Scabiosa Succisa*.

Die Abb. 25, 26 und 27 sind nur zum Teil mit den vorhergehenden zu vergleichen. Als Unterlage bei Abb. 11—24 diente die Messung auf Grund der $\frac{1}{4}$ -qm-Methode, die im Jahre 1931 ausgeführt wurde. Die graphischen Darstellungen 25—27 dagegen

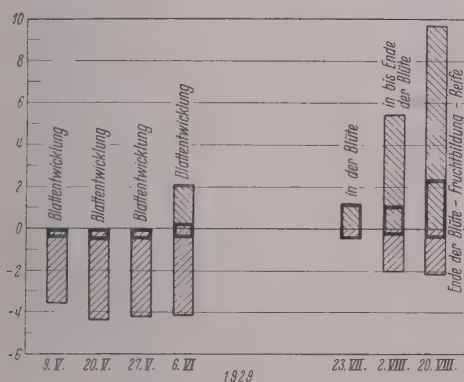


Abb 25. *Senecio aquaticus*.

sind auf der Unterlage von Einzelmessungen aus dem Jahre 1929 gezeichnet. Da die Bewertung für *Senecio*, *Plantago* und *Scabiosa* sehr einfach ist und alle drei Arten ausgesprochene Unkräuter darstellen, so erübrigte sich die genaue Analyse. Vorausgesetzt, daß die Messungszeit, weil sie in einem anderen Jahr liegt, keine Trugschlüsse mit sich bringt, kann man die Pflanzenmasse unterhalb und oberhalb des Schnittpunktes sowohl für die Frisch- als auch für die Trockensubstanz wohl mit den früheren Tafeln vergleichen, man darf nur die Menge nicht auf die Fläche eines $\frac{1}{4}$ qm beziehen.

Für die Bewertung ist zu betonen, daß diese Pflanzen bei ihrer Nutzlosigkeit noch viel Raum beanspruchen. Im Durchschnitt von 30 Pflanzen nahm am 14. August eine Pflanze bei *Senecio* 79 qcm, bei *Plantago* 114 qcm und bei *Scabiosa* 147 qcm ein.

Betrachtet man Frischsubstanzkurven, Trockensubstanzkurven und die anderen jede für sich, so ist folgendes daraus zu entnehmen: Die Gesamtfrischsubstanz ist bei vielen Pflanzen vor dem ersten Schnitt höher als nach dem ersten Schnitt, die Kurven erscheinen auf einen viel größeren Raum verteilt, als es nach dem Schnitt der Fall ist. Dies erklärt sich daraus, daß die meisten Pflanzen schon zu einer verhältnismäßig frühen Zeit ihres Wachstums Blütenstengel bilden. Nach dem Schnitt ist überwiegend Blattsubstanz zu finden. Pflanzen, welche vor dem Schnitt eine nur langsam ansteigende Kurve zeigen, welche sie mehr oder weniger steil nach der Ernte fortsetzen, bilden ihre Stengel erst

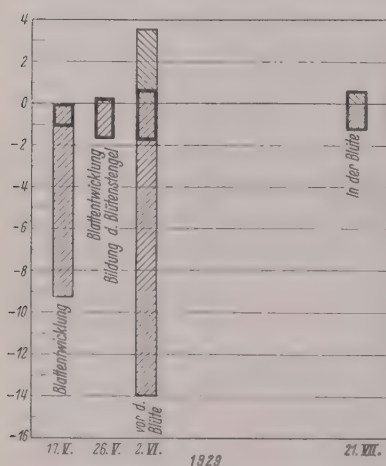


Abb. 26. *Plantago media*.

später. Dasselbe läßt sich der Abb. 5 für die Gesamttrockensubstanz entnehmen. Abb. 7, die die Rohproteinprozentage wiedergibt, zeigt fast durchweg abfallende Linien. Das Bild deutet darauf hin, daß die junge Pflanzensubstanz mehr Prozente Rohprotein enthält, als die ältere. Daß Abb. 6 keinen einheitlichen Typ zeigt, ist erklärlich, weil für diese Kurven zwei oft entgegengesetzt wirkende Faktoren maßgebend gewesen sind, die Rohproteinprozentage und die Masse. Abb. 9 zeigt, daß bis zum ersten Schnitt die meisten

Pflanzen nur langsam verholzen, sonst müßten die Linien steiler sein. Die Untersuchungsergebnisse derselben Pflanze nach dem Schnitt werden für manche wesentlich steilere Linien ergeben. Daß auf Abb. 8 die Kurven stark ansteigen, erklärt sich auf Grund der Masse.

Die Jahre 1929 und 1930 waren mit der Ausarbeitung der Methode ausgefüllt. Auf diesen Ergebnissen aufbauend war es möglich, die vorliegende Arbeit im Sommer 1931 durchzuführen. In der Einleitung habe ich den Standpunkt vertreten, daß man nur auf exakter Grundlage „angewandt“ arbeiten kann. Im Herbst 1930 waren die Untersuchungen so weit gediehen, daß es mir möglich schien, Bekämpfungsversuche, aufgebaut auf den Entwick-

lungsverlauf der untersuchten Pflanzen, in Angriff zu nehmen. Versuche in dieser Richtung wurden im selben Sommer mit chemischen Mitteln bereits durchgeführt. Diese Erfahrungen hier schon zu veröffentlichen, wäre, da sie nur einjährig sind, verfrüht.

Aus dem großen Zahlenmaterial ergeben sich außer den hier mitgeteilten Ergebnissen noch weitere Schlußfolgerungen. Teils werden sie hier nicht berücksichtigt, denn sie gehen über den

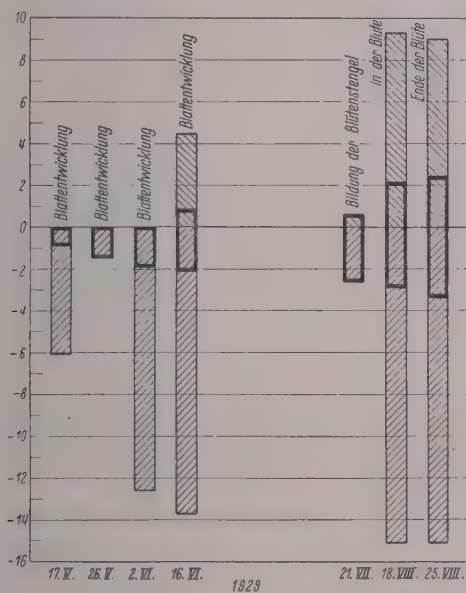


Abb. 27. *Scabiosa Succisa*.

Rahmen dieser Arbeit hinaus, z. B. die Variation der Frisch- und Trockensubstanz bei den untersuchten Pflanzen. Eine andere Verarbeitung des Analysenmaterials würde die Frage klären, inwieweit das verschieden starke Vorkommen einer der untersuchten Pflanzen die Analyse des Gesamt- $\frac{1}{4}$ -qm beeinflusst. In diesem Zusammenhange wäre als Letztes die Feststellung der Gesamt-Frisch- und Trockensubstanz einer untersuchten Pflanze für die Wiese zu nennen. Teils ist das Material hier noch nicht verarbeitet, weil es der Ausgangspunkt für eine andere Arbeitsrichtung ist, das wäre die Grundlage für die Unkrautschätzung auf Wiesen als Hilfsmittel für die Krankheitsmeldung des Deutschen Pflanzenschutzdienstes.

Benutzte Literatur.

1. Bornemann, F., Die wichtigsten landwirtschaftlichen Unkräuter. Berlin, Parey 1923.
2. Brandt, J., Binsen und ihre Bekämpfung auf Wiesen und Weiden. Neudamm, Neumann 1930.
3. Braungart, R., Die fehlerhafte Herbsttracht der Wiesen in Deutschland und Österreich namentlich in Bayern und die Lage der Landwirtschaft. Frühlings landw. Ztg., 44. Jahrg., Heft 9, 11, 12, 14. 1895.
4. —, Studien über den Pflanzenbestand guter und schlechter Wiesen, namentlich in der Heumahdtracht. Frühlings landw. Ztg., 49. Jahrg., Heft 24.
5. —, Der tatsächliche Pflanzenbestand guter und schlechter Wiesen in Württemberg im Lichte der modernen Fütterungslehre. Landw. Jahrbuch, Bd. XXVII, 1898. S. 377.
6. Degens, H., Der Wiesenknöterich, Dissertation, Bonn 1927 (Vorwort).
7. Duysen, F., Unkräuter. Berlin, Gruyter & Co. 1925.
8. Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Bd. 7, Gesamtregister, München, Lehmann 1931.
9. Klapp, E., Thüringer Rhönhuten, ein Beitrag zur Kenntnis des Graslandes und der Meliorationswirkung im Mittelgebirge. Wiss. Archiv f. landw. Abt. A. Pflanzenbau 2. Bd., 1929, Heft 4.
10. —, Studien über die Beteiligung unserer Wiesenpflanzen an der Bildung des Pflanzenbestandes und ihr Verhalten gegen Düngung. Landw. Jahrbuch 1927.
11. —, Zum Ausbau der Graslandbestandsaufnahme zu landwirtschaftswissenschaftlichen Zwecken. Pflanzenbau, 6. Jahrg, Nr. 7, 1930.
12. Klein, L., Unsere Unkräuter. Heidelberg, Winter.
13. —, Unsere Wiesenpflanzen. Heidelberg, Winter.
14. Korsmo, E., Unkräuter im Ackerbau der Neuzeit. Berlin, Springer 1930.
15. Niessen, I., Schaf- und Sumpfgarbe. Arbeiten der D. L. G., Heft 280, 1917.
16. Petersen, A., Die Taxation von Wiesenländereien auf Grund des Pflanzenbestandes. Dissertation, Berlin, Kühn 1927.
17. Raum, H., Die Wiesenunkräuter und ihre Bekämpfung. Freising-München, Datterer & Co. 1923.
18. Siegert, R., Die Bekämpfung der Wiesenunkräuter. Bromberg, Schaper 1918.
19. Stebler, F. G., Die besten Futterpflanzen. Bern 1895.
20. —, und Schröder, C., Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. I. Methode und Zweck der Untersuchung der Matten und Weiden der Schweiz. Landw. Jahrbücher d. Schweiz. Bd. I, 1887.
21. — —, II. Untersuchungen über den Einfluß der Düngung auf die Zusammensetzung der Grasnarbe. Landw. Jahrbücher der Schweiz. Bd. I, 1887.
22. — —, III. Über den Einfluß des Bewässerns auf die Zusammensetzung der Grasnarbe der Wiesen. Bd. I, 1887.
23. — —, IV. Einfluß des Beweidens auf die Zusammensetzung des Rasens. Bd. I, 1887.
24. — —, IX. Beitrag zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. Bd. V, 1891, S. 143, 151, 190—191.
25. — —, X. Versuch einer Übersicht über die Wiesentypen der Schweiz. Bd. 6, 1892.

26. Stebler, F. G. und Schröder, C., XIV. Die Unkräuter der Alpenweiden und Alpenmatten und ihre Bekämpfung. Bd. XIII, 1899.
27. Strecker, W., Die Kultur der Wiesen. Berlin, Parey 1914.
28. Thear, A., Appel, O., Landwirtschaftliche Unkräuter. Berlin, Parey 1927.
29. Weber, C. A., Über die Zusammensetzung des natürlichen Graslandes in Westholstein, Dithmarschen und Eiderstedt. Schriften des Naturwissensch. Seminars für Schleswig-Holstein, Bd. 9, 1892.
30. —, Beiträge zur Kenntnis der Dauerweiden in den Marschen Norddeutschlands. Arbeiten der D. L. G., Heft 61, 1901.
31. —, Wiesen und Weiden in den Weichselmarschen. Arbeiten der D. L. G., Heft 165, 1909.
32. —, Der Duwock, Equisetum palustre. Arbeiten der D. L. G., Heft 72, 1903 (Vorwort).
33. Wehsarg-Ortenburg, O., Die Verbreitung und Bekämpfung der Ackerunkräuter in Deutschland. Bd. II, Lieferung 3 „Herbstzeitlose und weißer Germer“, Arbeiten der D. L. G., Heft 365, 1929 (S 98—110).
34. — —, Ackerunkräuter, D. L. G., 1931 (S. 22—53).
35. — —, Die Verbreitung und Bekämpfung der Ackerunkräuter in Deutschland. Bd. II, Lieferung 1, Arbeiten der D. L. G., Heft 350, 1927.
36. Werner, H., Handbuch des Pflanzenbaues, Berlin, Parey 1898, S. 294.
37. Wittmack, L., Die Wiesen auf den Moordämmen in der kgl. Oberförsterei Zehdenik, 4. Bericht das Jahr 1893 betreffend. Landw. Jahrbuch, Bd. 23. 1894.
38. —, 7. Bericht, das Jahr 1896 betreffend. Berlin, Parey.
39. —, 8. Bericht, das Jahr 1897 betreffend. Landw. Jahrbuch, Bd. 27, 1898.

Besprechung aus der Literatur.

Fortschritte der Botanik, Bd. I. Herausgegeben von Fritz von Wettstein, München. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. 263 S. mit 16 Abb. Preis 18,80 RM.

Die botanische Forschung hat heute einen Grad der Spezialisierung erreicht, daß es einem Wissenschaftler, der auf seinem eigenen Spezialgebiet nicht unproduktiv werden will, unmöglich ist, laufend alle wichtigeren Ergebnisse auf dem Gesamtgebiete der Botanik zu verfolgen. Insbesondere gilt das für den angewandten Botaniker und Pflanzenpathologen, der neben der rein fachlichen auch die wirtschaftliche Seite seines Arbeitsgebietes im Auge behalten muß. Daher ist es besonders warm zu begrüßen, daß sich eine Arbeitsgemeinschaft zusammengefunden hat, um fortlaufend und in knapper Darstellung über die wesentlichsten neugewonnenen Erkenntnisse auf dem Gebiete der Botanik zu berichten. Die Darstellung der einzelnen Kapitel wurde von Mitarbeitern übernommen, die auf dem betreffenden Gebiete produktiv-wissenschaftlich tätig sind. Hiermit ist die Gewähr gegeben, daß der Leser eine wohlausgewogene Auswahl der wichtigsten Ergebnisse geboten erhält.

Die Übersicht gliedert sich in fünf Abschnitte:

1. Morphologie (Geitler, Troll und Schlösser).
2. Systemlehre und Stammesgeschichte (Mattfeld, Hirmer und Irmscher).
3. Physiologie des Stoffwechsels (Bünning, Höfler, Huber, Mothes, Rippel, Walter).
4. Physiologie und Organbildung (v. Guttenberg und Oehlkers).
5. Ökologie (Schmucker).

In erster Reihe dürfte für den Pflanzenpathologen der Abschnitt „Physiologie des Stoffwechsels“ und „Ökologie“ von Wert sein. Leider läßt das letztere Kapitel in bezug auf die Wahl des Stoffes zu wünschen übrig. So wäre es, da ein Abschnitt „Pflanzenpathologie“ bei der getroffenen Aufteilung des Stoffes keinen Raum finden konnte, sehr wertvoll gewesen, wenn der Bearbeiter des Kapitels „Ökologie“ auch einige grundlegende Arbeiten aus dem Gebiete der Pflanzenpathologie in die Darstellung mitaufgenommen hätte. Vielleicht ließe sich dieser Mangel im nächsten Band beheben.

K. O. Müller.

Neue Mitglieder und Adressenänderungen im Mitglieder- verzeichnis der Vereinigung für angewandte Botanik.

Neue Mitglieder.

Junk, Dr. Wilhelm, Berlin W 15, Sächsische Str. 68.

Schmidt, Erich, Oetzsch-Leipzig, Städtebuerstr. 16.

Strube, Hanfried, Saatzuchtwirtschaft Schlanstedt (Bezirk Magdeburg).

Adressenänderungen.

Dreyer & Co., Frankfurt a. M., Süd 10, Unter den Eichen 13.

Fischbach, Dr. Hermann, München 2, Briefschalter, Schalterfach.

Griessmann, Dr. Karl, Halle a. S., Ulestr. 17.

Hoffmann, Gerhard, Olvenstedt (Kr. Wolmirstedt), Magdeburger Straße 200C.

Kotte, Dr. Walter, Freiburg i. B., Badisches Weinbauinstitut.

Laibach, Prof. Dr. Fritz, Frankfurt a. M. 17, Schwindstr. 22.

Ludwigs, Prof. Dr. Karl, Potsdam-Luisenhof, Templiner Str. 21.

Merkel, Dr. L., Hamburg 21, Averhoffstr. 6.

Nöldechen, Dr. Joachim, Delitzsch, Schulze-Delitzsch-Ring 6.

Scheibe, Dr. Arnold, Berlin W 8, Kanonierstr. 4 (bei Geest).

Schneider, Dr. Erich, Berlin-Grünwald 1, Hubertusbader Str. 12.

Staudermann, Dr. W., Frankfurt a. M., Myliusstr. 43 pt. (bei Demmel).

Wenkel, Dr. Otto, Jena-Lichtenhain, Hardenberg-Weg 51.

Neue Hafersortenmerkmale.

Von

Dr. R. Milatz.

Mit 24 Abbildungen.

Inhaltsübersicht.

	Seite
1. Der Unterschied zwischen dem Tausendkorngewicht der Haferkörner I. und II. Ordnung	482
2. Die Kornform	485
3. Die Rispenform	490
a) Stellung der Äste zur Rispenspindel	490
b) Besondere Rispenmerkmale	495
c) Ausführliche Beschreibung der Rispenform	497
4. Die Zahl der Blätter des Haupthalmes und die Beziehungen zwischen der Blattzahl und der Wachstumszeit	501
5. Die Länge des obersten Halmblattes	503
6. Die Drehungsrichtung der Blätter	506
7. Die Form des obersten Knotens am Haupthalm	508
8. Beeinflussung gewisser Sortenmerkmale durch klimatische Faktoren . .	509
a) Schwankende Merkmale: Fritfliegenbefall, Blattdrehung, Behaarung der Ränder des Blattgrundes	509
b) Neue Merkmale: Blattscheidenbehaarung, Widerstandsfähigkeit der Hafersorten gegen Frost	512
Zusammenfassung	514
Literaturangaben	517

Bei der für die Getreidesorten-Registerkommission ausgeführten Prüfung der inländischen und einer großen Zahl ausländischer Hafersorten auf Selbständigkeit trat eine Reihe neuer Merkmale in Erscheinung. Die betreffenden Sorten, die darauf untersucht wurden, sind nicht nur auf den Versuchsfeldern des Pflanzenbauinstitutes in Leipzig angebaut worden, sondern zum Teil auch auf anderen Böden und unter anderen Klimaverhältnissen. Es wurden sogenannte „Außenstellen“ eingerichtet und zwar in Löbschütz bei Lommatzsch, in Naundörfchen bei Skassa, in Eubabrunn im Vogtland und in Rastatt in Baden. Der Hafersortenanbau wurde dort vorgenommen, um zu erforschen, ob die verschiedenen Merkmale unter veränderten Wachstumsbedingungen stark variieren.

Die folgende Beschreibung beruht auf umfassenden Ergebnissen, die an einer großen Anzahl Sorten festgestellt wurden.

1. Der Unterschied zwischen dem Tausendkorngewicht der Haferkörner I. und II. Ordnung¹⁾.

Bei der Feststellung des Unterschiedes im Tausendkorngewicht der Körner I. und II. Ordnung liefern unverletzte und gleichmäßig ausgebildete Körner die besten Ergebnisse. Diese Gewichts-differenz ist seit 1930 an etwa 500 Sorten als neues Merkmal ermittelt und in sehr einfacher Weise bestimmt worden. Von beiden Kornarten wurde das Tausendkorngewicht festgestellt und das der Körner II. Ordnung von dem der Körner I. Ordnung abgezogen.

Beispiel:

$$\begin{array}{rcl} 47,32 \text{ g Tausendkorngewicht der Körner I. Ordnung} & & \\ - 28,84 \text{ g} & \text{„} & \text{„} \quad \text{„} \quad \text{II.} \quad \text{„} \\ \hline 18,48 \text{ g Gewichts-differenz.} & & \end{array}$$

Von dem in Leipzig angebauten Hafer sind je Sorte und Jahr 3000 Körner verarbeitet worden, während von dem an den Außenstellen gewonnenen Pflanzmaterial nur 500 Körner je Sorte ausgezählt und gewogen wurden, weil infolge der allgemeinen Sparmaßnahmen nur wenig Hilfskräfte zur Verfügung standen.

Anschließend folgt eine Zusammenstellung der Differenzzahlen einer Reihe Sorten in verschiedene Gruppen eingeteilt. Die Sorten innerhalb einer Gruppe sind teils nicht voneinander zu unterscheiden, teils einander sehr ähnlich.

Tabelle 1.

Differenzzahlen der Tausendkorngewichte von Körnern I. und II. Ordnung.

(Ergebnisse aus dem Jahre 1931.)

„Lochow-Gruppe“: geringe Differenzen		„Sieges-Gruppe“: mittlere Differenzen		„Streckenthiner II-Gruppe“: große Differenzen	
g		g		g	
F. v. Lochows Gelb	13,0	Sval. Sieges	15,5	Streckenthiner II.	18,0
Pflugs Gelb	12,5	Kirsches Weiß . . .	15,5	Raddatz Joachims	20,0
Kesslers g. Bastard.	13,0	Rimp. Anderb. Weiß	16,0	Wobesder	19,5
Kirsche Kurzstroh.	13,0	Raeckes Weiß . . .	16,0		
Pförtener Gelb . . .	13,0	Malkwitzer Weiß . .	16,0		
Krafts rh. Gelb . .	13,0	Janetzki's Weißegau	16,0		

¹⁾ Körner I. Ordnung = Außenkörner, Körner II. Ordnung = Innen- bzw. Zwischenkörner im Sinne Atterbergs.

Tabelle 2.

A. Gewichts differenzen zwischen den Tausendkorn-
gewichten der Körner I. und II. Ordnung
verschiedener Anbaustellen.

Sortenname	1930				1931			
	Leip- zig	Euba- brunn	Löb- schütz	Ra- statt	Leip- zig	Euba- brunn	Löb- schütz	Naun- dörf- chen
	g	g	g	g	g	g	g	g
I. Hohe Differenzen:								
Streckenthiner II . .	17,7	21,0	19,0	18,4	18,5	18,0	21,0	20,0
II. Mittlere Differenzen:								
Sval. Goldregen I . .	15,0	16,7	14,7	13,9	17,0	14,0	16,5	17,0
III. Niedrige Differenzen:								
Peragis Weiß	11,0	13,3	11,5	10,7	12,0	11,0	12,6	12,0

B. Aus den Ergebnissen der Jahre 1930 und 1931 wurden
zur Erfassung der Schwankungen ermittelt:

Sortenname	Gewichtsdifferenzen			Tausendkorngewichte (Körner I. u. II. Ordnung vereinigt)		
	höchste	nied- rigste	A	höchste	nied- rigste	A
	g	g	g	g	g	g
I. Hohe Differenzen:						
Streckenthiner II	21,0	17,7	19,20	45,5	31,30	39,99
Fichtelgebirgs Zuchtsaat	20,0	17,0	18,71	33,8	20,50	27,83
II. Mittlere Differenzen:						
Dietzes Gelb	18,4	14,0	15,95	38,9	22,80	25,86
Friedrichswerther Berg .	16,9	14,0	15,76	32,6	27,80	29,82
Beseler II	17,4	12,7	15,66	41,8	32,80	35,87
Sval. Goldregen I	17,0	13,9	15,60	38,8	24,70	30,51
„ Sieges	17,5	12,0	15,41	40,1	29,80	35,12
Rotenburger Schwarz . .	16,5	14,2	15,28	40,6	27,90	34,68
Krafts rh. W. I	16,2	12,5	15,14	39,6	32,50	35,80
III. Niedrige Differenzen:						
F. v. Lochows Gelb . . .	13,1	12,2	12,86	32,0	20,60	28,44
Peragis Weiß	13,3	10,7	11,76	36,1	22,74	31,98
Tschermaks Früh	11,5	9,4	10,78	37,9	25,70	33,12

Auffallend ist der deutliche Unterschied von Gruppe zu Gruppe und die ziemlich gute Übereinstimmung der Ergebnisse innerhalb der einzelnen Gruppen. 1931 waren die Körner voll ausgebildet, wodurch die Gruppenunterschiede günstig beeinflußt wurden. In Jahren mit ungünstigen Wachstumsbedingungen sind die Differenzen etwas geringer, aber die Gruppenunterschiede sind trotzdem deutlich zu erkennen, wie aus Tabelle 2 zu ersehen ist. Sie zeigt zahlreiche Ergebnisse verschiedener Jahre und Anbaustellen von mehreren Sorten, die nach der Höhe des arithmetischen Mittels geordnet sind.

Von den in Tabelle 2 aufgeführten Sorten liegen meist acht und teils fünf Einzelergebnisse vor. Bei den Sorten mit mittleren Gewichts-differenzen ist der Unterschied von der niedrigsten zur höchsten Differenz einer Sorte am größten. Die Ergebnisse der Sorten der Gruppe I und III stimmen jedoch, trotz der in der Einleitung erwähnten unterschiedlichen Wachstumsbedingungen an den verschiedenen Anbaustellen, gut überein, d. h. es liegen nur mäßige Schwankungen vor. Das kann man am besten erkennen, wenn man die Unterschiede zwischen den Tausendkorngewichten (der Körner I. und II. Ordnung vereinigt) vergleicht. In obiger Tabelle wurde zu diesem Zweck je Sorte das höchste und niedrigste Tausendkorngewicht und das aus den Einzelergebnissen errechnete arithmetische Mittel angeführt. Ohne Mühe ist bei direktem Vergleich jener Zahlen die Größe der Schwankungen zu erkennen. Die Gewichts-differenz ist demnach ein brauchbareres Unterscheidungsmerkmal als das Tausendkorngewicht selbst.

Im gesamten Hafersortiment gibt es eine Anzahl Sorten mit hoher und eine noch größere Zahl mit niedriger Gewichts-differenz. In Tabelle 3 werden von einigen Sorten die Gewichts-differenzen neben den dazugehörigen Tausendkorngewichten angegeben. Der direkte Vergleich beider Zahlen ergibt für verschiedene Sorten ein weiteres typisches Unterscheidungsmerkmal. Die Sorten sind nach der Höhe der Verhältniszahlen geordnet. Bei näherer Betrachtung der Ergebnisse fällt auf, daß die hohen Gewichts-differenzen nicht allein bei Sorten mit hohen Tausendkorngewichten und die niedrigen Gewichts-differenzen nicht nur bei Sorten mit niedrigen Tausendkorngewichten vorkommen. Daraus ergibt sich für mehrere Sorten eine besondere Unterscheidungsmöglichkeit. Das erkennt man, wenn man beispielsweise die Sorten Svalöfs Orion, Weibulls Argus und Draegers Sebenter II betrachtet. Sie haben ein sehr hohes

Tausendkorngewicht und eine niedrige Gewichts-differenz. Dadurch unterscheiden sie sich deutlich von den meisten anderen Sorten. In der Gruppe mit hohen Gewichts-differenzen liegen die Verhältnisse bei Meßkircher Land und Fichtelgebirgs Zuchtsaat gerade umgekehrt. Sie unterscheiden sich von den übrigen Sorten, weil bei ihnen die hohe Gewichts-differenz mit einem niedrigen Tausendkorngewicht verknüpft ist.

Tabelle 3.

Beziehungen zwischen Gewichts-differenz und Tausendkorngewicht.

Sortenname	Arithmetische Mittelwerte, errechnet aus den Ergebnissen von 1930—1932				
	Gewichts-diff.	Tausendkorngew. (Körner I. u. II. Ordnung vereinigt)	Gewichts-diff. verhält sich zum Tausendkorngew. wie:	Tausendkorngewichte d. Körner	
				I. Ordn.	II. Ordn.
	g	g		g	g
Hohe Differenzen:					
Meßkircher Land	17,82	24,52	1 : 1,38	33,43	15,61
Fichtelgebirgs Zuchtsaat	17,06	25,84	1 : 1,51	34,37	17,31
Lischower Früh	18,24	34,03	1 : 1,87	43,15	24,91
Streckenthiner Weiß Nr.2	17,75	34,77	1 : 1,96	43,64	25,89
Niedrige Differenzen:					
F. v. Lochows Gelb . . .	12,41	24,73	1 : 1,99	30,93	18,52
Kraffts rhein. Gelb . . .	12,65	25,98	1 : 2,05	32,30	19,65
Tschermaks Gelb	11,74	24,58	1 : 2,09	30,45	18,71
Eckendorfer Früh Borr. .	12,64	30,07	1 : 2,20	36,39	23,75
Draegers Sebenter II . .	14,69	38,94	1 : 2,65	46,28	31,59
Svalöfs Orion II	13,82	36,82	1 : 2,66	43,73	29,91
Tschermaks Früh	10,56	30,45	1 : 2,88	35,73	25,17
Weibulls Argus	12,27	36,54	1 : 2,98	42,67	30,40

Diese Ausführungen lassen erkennen, daß der Unterschied im Tausendkorngewicht der Körner I. und II. Ordnung verschiedene Sorten ganz besonders kennzeichnet.

2. Die Kornform.

Ausführliche Untersuchungen liegen vor von Böhmer (2) und Atterberg (1). Böhmer (2) verwandte die Bezeichnungen Atterbergs (1) und unterschied folgende Kornformen:

3. Spitzkorn (siehe Abb. 3).

Mittellang (etwa 15—16,5 mm, mitunter auch noch länger),
mittelbreit (schmal bis mittelbreit).

Allgemeine Beschaffenheit: Ränder der Deckspelze deutlich eingerollt und oft geradlinig.

Spitze: schmal, meist stechend spitz.

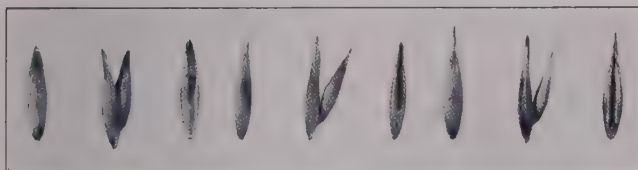


Abb. 1.
Probsteier-Korn.

Abb. 2.
Leutewitzer-Korn.

Abb. 3.
Spitzkorn.

4. Langkorn.

Lang (etwa 16,6 bis 20 mm).

a) probsteierähnlich (siehe Abb. 4),

b) leutewitzerähnlich (siehe Abb. 5),

c) spitzkornähnlich (siehe Abb. 6),

d) gerstenkornähnlich (siehe Abb. 7).

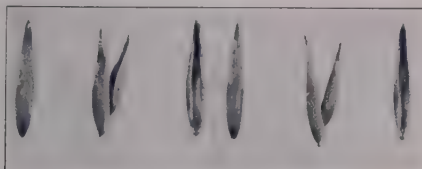


Abb. 4.
Langkorn,
probsteierähnlich.

Abb. 5.
Langkorn,
leutewitzerähnlich.

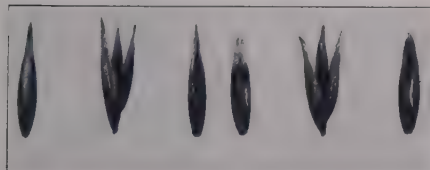
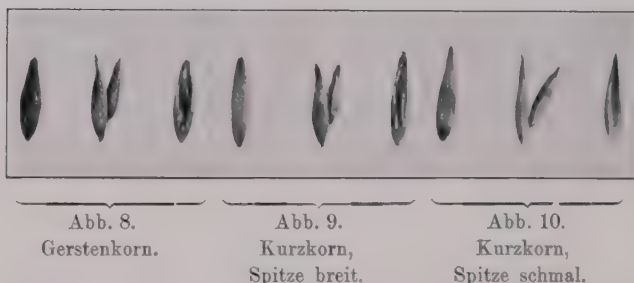


Abb. 6.
Langkorn,
spitzkornähnlich.
(Schwarzhafer.)

Abb. 7.
Langkorn,
gerstenkornähnlich.
(Schwarzhafer.)

5. Gerstenkorn (siehe Abb. 8).
Kurz (etwa 12 bis 14,5 mm), breit.
Allgemeine Beschaffenheit: kräftig.
Spitze: breit und offen.
6. Kurzkorn.
Kurz (etwa 12 bis 14,5 mm),
mittelbreit (bis breit).
 - a) Spitze oft breit, stumpfzulaufend (probsteierähnlich;
(siehe Abb. 9),
 - b) Spitze oft schmal, spitzzulaufend (siehe Abb. 10).



- II. Geschlossene Körner (Vorspelze nicht oder kaum sichtbar).
7. Spelzenkorn (siehe Abb. 11).
Meist lang und schmal.
Spitze: schmal, öfters lang.

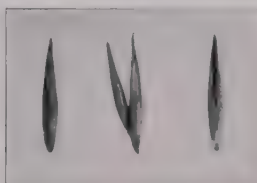


Abb. 11. Spelzenkorn.

Außer diesen angeführten Typen kommen Übergangsformen vor. So gibt es Körner mit Leutewitzer- bis Probsteier-Kornform, Spitzkorn- bis Leutewitzer-Kornform usw. Solche Übergänge können durch günstige oder ungünstige Wachstumsbedingungen entstehen. Die angegebenen Längenmaße bedeuten nur Annäherungswerte. Die Einteilung der Kornformen ist an sich nicht fest-

stehend, denn neue Kornformen werden Abänderungen oder Ergänzungen erfordern. Was die Begriffe Körner „offen“ bzw. „geschlossen“ anbetrifft, so wurden diese bereits von Atterberg (1) verwendet. Neu ist die Bezeichnung „Langkorn“. Ebenfalls unbekannt war bisher, daß die Kurzkörner durch die Verschiedenartigkeit ihrer Spitze unterschieden werden können. Das Gerstenkorn gehört eigentlich auch zu den Kurzkörnern, aber da es eine ausgesprochene typische Kornform darstellt, bildet es eine Gruppe für sich. Für die Spitzkörner gibt Atterberg (1) an, daß sie geschlossen oder nur wenig offen seien. Das trifft bei normaler Kornausbildung für die von mir untersuchten Sorten mit Spitzkörnern nicht zu. Geschlossene Körner bezeichne ich als Spelzenkörner, weil sie infolge mangelhafter Ausbildung der Karyopse einen hohen Spelzengehalt besitzen. Atterberg (1) beschreibt das Spelzenkorn als sehr lang, schmal und dünn, in eine sehr lange leere Spitze auslaufend. Er wollte damit wohl den Korntyp einer bestimmten Sorte erfassen. Als sortentypisch konnte ich diese Kornform nicht ermitteln. Es gibt zwar Sorten, die längere Spitzen ausbilden können, aber da sie dem Spitzkorn ähneln, werden sie als spitzkornähnlich mit langer Spitze bezeichnet. In Jahren mit schlechter Kornausbildung kann man jedoch bei sehr vielen Sorten, vorwiegend bei den langkörnigen, Spelzenkörner finden. Deshalb ist diese Kornform, die deutlich zu erkennen ist, in der vorangehenden Beschreibung der Kornformen mit aufgeführt. Das Vollkorn Atterbergs (1) hingegen habe ich (im Gegensatz zu Kaufer) nicht angegeben, denn es stellt keine besondere Kornform dar. In Jahren mit sehr guter Kornausbildung ist man geneigt, diese Bezeichnung bei vielen Sorten anzuwenden. Die typische Form des Kornes wird jedoch damit nicht erfaßt. Deshalb empfiehlt es sich, die Bezeichnung „Vollkorn“ fallen zu lassen und bei sehr üppig entwickelten Körnern mit „konvexer Innenseite“ bzw. „vollem kernreichem Aussehen“ der betreffenden Kornform das Wort „voll“ beizufügen.

Die Bewertung der Kornform für die Sortenunterscheidung ist bei den einzelnen Typen verschieden. Sie ist davon abhängig, inwieweit die verschiedenen Wachstumsfaktoren Schwankungen in den einzelnen Jahren auslösen. Darüber wird demnächst im Zusammenhang mit der Schilderung sämtlicher Hafersortenmerkmale von anderer Seite ausführlich berichtet. Hier soll nur gesagt werden, daß bei einer Bonitierung der Sicherheit der Merkmale

mit I—V, wobei I gut und V kaum gesichert bedeutet, die Spitz- und Gerstenkornform mit I, die übrigen Kornformen etwa mit II und III zu bewerten sind.

3. Die Rispenform.

Einleitend möchte ich auf die Bedeutung des Svalöfer Systems¹⁾ hinweisen, denn es bildet die Grundlage zahlreicher Arbeiten über die Rispenform und auch meiner Untersuchungen. Fruwirth (8) hat die Rispenformen entsprechend den Angaben Uhlanders beschrieben und zusammengestellt.

Man unterscheidet:

1. Die Fahnenrispe „federartig, d. h. lang und schmal, einseitswendig, mit steil aufgerichteten, zusammengezogenen Hauptästen, häufig überhängend, kammartig“.
2. Die Steifrispe „steifrispig, d. h. kurz und weit, einseitig pyramidenartig, etwas überhängend, mit schräg aufsteigenden, kräftigen Hauptästen; Spitze reich“.
3. Die Spreizrispe (Buschrispe) „spreizrispig, d. h. lang und buschig, allseitig pyramidenartig, mit langen, schwächtigen, schwach aufsteigenden (zumindest zuletzt), hängenden Hauptästen; Spitze mager, vielfach stark überhängend“.
4. Die Sperrispe „sperrispig, d. h. spreizig, allseitswendig, am Umfang oval, mit bogenförmig aufsteigenden, kahlen spröden, unregelmäßig gekrümmten Hauptästen und stark abstehenden Seitenzweigen; Spitze kurz, etwas geneigt“.
5. Die Schlaffrispe „schlaffrispig, d. h. lang allseitswendig, schlank, pyramidenförmig, mit verhältnismäßig kurzen, waagerecht hängenden, schwachen Hauptästen“.

Anschließend möchte ich auf meine Feststellungen in Verbindung mit der auf diesem Gebiet erschienenen Literatur eingehen.

a) Stellung der Äste zur Rispenachse.

Bereits die Erläuterungen zu den Rispentypen des Svalöfer Systems lassen erkennen, daß die Stellung der Äste zur Rispenachse das maßgebende Kennzeichen für die Rispenform ist. Die

¹⁾ A. Ulander, Die schwedische Pflanzenzüchtung in Svalöf. Journ. für Landwirtschaft, Bd. 54, 1906, S. 105—124.

Rispenuntersuchungen von Böhmer (2), Fruwirth (8), Tornau (14), Zade (16), Heß (9), und Kaufer (10) bestätigen ebenfalls diese Ansicht. So führte Tornau (14) Messungen an den Winkeln aus, die die Hauptäste der drei untersten Stufen mit der Rispenachse bilden. Kaufer (10) stellte an den untersten vier Rispenstufen ebenfalls solche Messungen an. Diese ergaben für die Winkel zwischen den Hauptästen und der Achse der Steifrispen $0-30^{\circ}$, während Tornau (14) $40-50^{\circ}$ ermittelte, was Kaufer (10) als zu hoch gegriffen bezeichnet. Die Winkel der Nebenäste bei Steifrispen erreichten nach Kaufer (10) $70-80^{\circ}$. Für die Winkel der Hauptäste bei Schlaffrispen stellte er $70-110^{\circ}$ fest und für die Nebenäste dieser Rispenform $70-180^{\circ}$. Angaben über die Größe der Winkel der übrigen Rispenformen liegen meines Wissens nicht vor. Beide Verfasser haben also den Versuch gemacht, die Stellung der Äste zur Hauptachse durch Zahlen festzustellen. Eine derartige Durchführung für alle Rispentypen ist eine sehr schwierige Aufgabe, was man schon daraus ersieht, daß die Maße recht verschieden ausgefallen sind.

Auch von mir sind umfassende Winkelmessungen durchgeführt und außerdem sehr zahlreiche Messungen, Auszählungen und Bonitierungen im Laufe von sechs Jahren an den Rispen sämtlicher im deutschen Handel befindlichen Hafersorten vorgenommen worden. Dabei bin ich bezüglich der Stellung der Äste zur Rispenachse zu dem Ergebnis gekommen, daß die Grenze zwischen „steil“ und „schräg“ überhaupt nicht zahlenmäßig genau festzulegen ist. Dies zu unternehmen hätte auch gar keinen Zweck, denn es wird kaum jemand die Zeit aufwenden und sich der Mühe unterziehen, an 200 Rispen je Sorte mindestens 1000 exakte Winkelmessungen auszuführen und den Mittelwert daraus zu errechnen. Hinzu kommt, daß die Stellung der Rispenäste sehr stark und sehr rasch durch die Umwelt beeinflußt wird, und deshalb die Winkelmessungen, um unter gleichen Bedingungen vorgenommen zu werden, in kürzester Zeit ausgeführt werden müßten. Diese Darlegung läßt erkennen, daß bei der Beschreibung der Aststellung die Angabe der Winkelgröße lediglich einen gewissen Anhalt bieten kann und somit nur ein Hilfsmittel darstellt. In der folgenden Zusammenstellung ist daher nur von Zahlenwerten die Rede, die annähernde Mittelwerte darstellen.

Stellung der Rispenäste.

Asthaltung (vom Blüh- bis Reifestadium)	Die Mittelwerte der Winkel liegen:		Biegung der Äste zur Zeit der Milchreife
Sehr steil aufrecht . . .	Ungefähr bei	10°	Äste teils leicht gebogen
Steil aufrecht	" "	25°	" " " "
Schräg aufrecht	" "	50°	" meist " "
Sehr schräg aufrecht . . .	" "	70°	" " gebogen
Waagerecht	" "	90°	" " "
Hängend	" "	100°	" stark "
Stark hängend	" "	140°	" " "

Zur Zeit der Gelbreife sind die Äste meist noch stärker gebogen.

Rispenformen, gekennzeichnet durch die Stellung der Äste.

Fahnenrispe (siehe Abb. 12): Äste vorwiegend sehr steil, teils steil aufrecht, einseitswendig.

Steifrispe geschlossen (siehe Abb. 13): Äste vorwiegend steil aufrecht, teils schräg, vereinzelt sehr steil.

Steifrispe oben eng, unten weit (siehe Abb. 14): Äste der obersten Stufen vorwiegend steil bis sehr steil aufrecht, Äste der unteren Stufen vorwiegend schräg, teils sehr schräg und waagerecht.

Steifrispe weit (Steif- bis Sperrispe (siehe Abb. 15): Äste vorwiegend schräg aufrecht, vereinzelt steil, teils sehr schräg bis waagerecht.

Sperrispe (siehe Abb. 16): Äste vorwiegend schräg bis sehr schräg, vereinzelt waagerecht. An den beiden untersten Stufen vereinzelt steile Äste.

Buschrispe (siehe Abb. 17): Äste vorwiegend sehr schräg bis waagerecht, teils schräg bis hängend. An den beiden untersten Stufen vereinzelt steile Äste.

Schlaffrispe (siehe Abb. 18): Äste vorwiegend hängend, teils sehr schräg, waagerecht und stark hängend.



Abb. 12.
Fahnenrispe.



Abb. 13.
Steifrispe geschlossen.



Abb. 14.
Steifrispe oben eng,
unten weit.



Abb. 15.
Steifrispe weit.



Abb. 16.
Sperrrispe.



Abb. 17. Buschrispe.



Abb. 18. Schlaffrispe.



Abb. 19. Starrispe.

Außer diesen sieben Rispentypen bestehen noch Übergangsformen, die erfaßt werden durch Bezeichnungen wie Steif- bis Buschrispe, Sperr- bis Buschrispe und Busch- bis Schlaffrispe. Diese Begriffe sind schon von Fischer und Mickel u. a. angewendet worden. Ferner gibt es noch eine „Starrispe“ (siehe Abb. 19). Sie stellt eine Sperr- und Sperr- bis Buschrispe mit starren, drahtigen Ästchen dar, deren Ährchen waagrecht und schräg abstehen.

Die Sperrrispe wurde im Svalöfer System und auch von Böhmer (2) und Zade (16) als eine Form bezeichnet, für die außer der Asthaltung besonders Einblütigkeit und Brüchigkeit des Strohes typisch sei. Bei der Buschrispe hob man neben der Asthaltung vor allem die Größe der Rispe hervor. Für beide Rispentypen können obige Angaben nicht mehr als allgemein gültig angesehen werden. Das mag wohl darauf beruhen, daß früher ganz andere Sorten zur Untersuchung vorgelegen haben als gegenwärtig. Käufer (10) gebrauchte die Bezeichnung Sperrrispe nicht. Er reihte Sorten mit dieser Rispe unter „Buschrispenhafer oder Übergänge von Steif- zu Buschrispe“ ein, ohne innerhalb dieser Gruppe eine Einteilung vorzunehmen. Nach meinen Ergebnissen ist dies für die Sortensystematik nicht ratsam. Die Beibehaltung der Rispenformen des Svalöfer Systems erscheint mir unbedingt erforderlich. Nur würde es sich empfehlen, dieses noch um die vorgenommene Gliederung der Steifrispenform zu erweitern und sämtliche Formen, wie in diesem Abschnitt ausgeführt, zu charakterisieren.

b) Besondere Rispenmerkmale.

Sollen von Sorte zu Sorte Unterschiede innerhalb ähnlicher Rispenformen zum Ausdruck gebracht werden, so müssen diese durch besondere Merkmale näher gekennzeichnet werden. Eins der ältesten dieser Merkmale ist die Angabe des Umrisses einer Rispe. Ich erinnere an die Bezeichnungen pyramidenartig, einseits- und allseitwendig im Svalöfer System. Auch Böhmer (2), Zade (16) und Heß (9) wenden diese Begriffe an. Käufer (10) beschäftigte sich sehr eingehend damit und fand, daß die Wendigkeit der Rispen einer Sorte je nach Anbauort und Jahr sehr verschieden sein kann. Nach jahrelangen Untersuchungen bin ich zu ähnlichen Ergebnissen gekommen und stelle ebenso wie er „die Zweckmäßigkeit der Gruppierung unter einen solchen Gesichts-

punkt“ in Zweifel. Ich gehe sogar noch weiter und behaupte, daß das Merkmal „Umriß der Haferrispe“ bis auf wenige Ausnahmen unbrauchbar ist, denn nach meinen Beobachtungen kann die Einseitwendigkeit einer Rispe schon durch länger anhaltenden und in der Richtung unveränderten Wind hervorgerufen werden. Es handelt sich hier um ein Merkmal, das also sehr von äußeren Einflüssen abhängig ist.

Ähnlich verhält es sich mit der „Neigung der Rispen spindle“. Tornau (14) und Kaufer (10) haben bereits erkannt, daß äußere Einwirkungen die Ursache dafür sind. Kaufer (10) hat gefunden, daß sich die meisten Hafersorten auf verschiedenen Böden sehr unterschiedlich verhalten. Nach meinen Feststellungen gilt dasselbe für die klimatischen Einflüsse. Die „sichelförmige Krümmung der Hauptachse“ ist demnach auch kein brauchbares Merkmal.

Besser verwendbar ist die Bildung von Rispengruppen nach Böhmer (2). Er teilte die Steifrispenhafer ein in solche mit Probsteiertyp und Leutewitzertyp. Zade (16) erkannte diese Einteilung an und fügte die allseitwendige Steifrispe vom Typ Beseler III hinzu, während Kaufer (10) die Gruppenbildung Böhmers (2) um den Goldregentyp erweiterte. Die Sperrispenhafer versuchte Böhmer (2) mit Hilfe der Kornform und Spelzenbeschaffenheit zu unterscheiden. Auch die Schlaffrispenhafer teilte er nach ähnlichen Gesichtspunkten ein. Fernekess (5) untersuchte die Verzweigung der Rispen und Heß (9) stellte ähnliche Untersuchungen an einigen Hafersorten an. Ich beabsichtige derartige Feststellungen demnächst an den Rispen des gesamten Hafersortiments zu machen. Inzwischen habe ich aber die obige Einteilung nach Rispentypen verwendet und, wie nachstehende Übersicht zeigt, um den Siegestyp erweitert. Gleichzeitig werden nachfolgend eine Anzahl Merkmale aufgeführt, die zumeist schon zur Charakterisierung der Rispenform Anwendung fanden.

Besondere Merkmale zur Unterscheidung von Sorten innerhalb der einzelnen Rispentypen.

Durch Bonitierung erfaßte wichtige Rispentypen:

Lochowtyp (Leutewitzer),
Goldregentyp,
Siegestyp,
Probsteiertyp.

Durch Messung und Auszählung festgestellt:

hohe, mittlere, niedrige Stufenzahl der Rispe,
lange, mittlere, kurze Rispenstindel,
hohe, mittlere, niedrige Ährchenzahl.

Durch Bonitierung und teils durch Messung ermittelt:

Rispenäste: mittel bis fein, mittel bis grob,
Rispenäste: kurz bis mittel, mittel bis lang,
Rispenäste: straff, gebogen.

Die vorstehenden Merkmale dienen ausschließlich zur näheren Kennzeichnung der Rispenform. Nicht sehr sicher und deshalb weniger wertvoll sind die Merkmale „feinere, gröbere, straffe und gebogene Äste“. Düngung und klimatische Einflüsse können diese Kennzeichen viel stärker beeinflussen als die übrigen, mit deren Hilfe die Unterscheidung einer Anzahl Hafersorten innerhalb der einzelnen Rispenformen gut durchführbar ist. Das Merkmal Kornform ist in dieser Zusammenstellung nicht aufgeführt, da es mit der Rispenform in keinem direkten Zusammenhang steht.

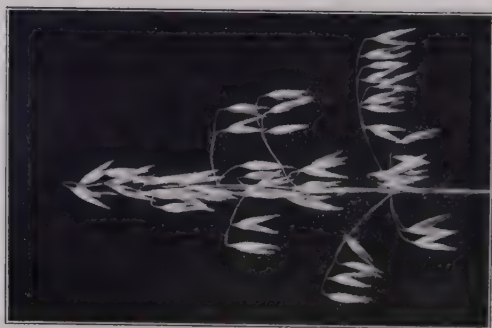
c) Ausführliche Beschreibung der Rispenform.

Bisher ist bei der Beschreibung einer Hafersorte nur die Rispenform angegeben worden, die zur Zeit der Milchreife festgestellt wurde. Es ist aber bekannt, daß sich die meisten Rispenformen von der Blüte bis zur Reife sehr stark verändern und innerhalb einer Sorte neben der am häufigsten vertretenen Rispenform abweichende Typen vorkommen. Diese Erscheinung ist sehr oft auf die Ungleichmäßigkeit beim Rispenschieben und bei der Veränderung der Rispenform während der Vegetationszeit zurückzuführen. Bei Angabe nur einer Rispenform je Sorte erfährt man über die erwähnte Veränderung und die übrigen Rispentypen nichts. Diesen Mangel empfindet man besonders, wenn an einer Sorte zu einer anderen Zeit als der Milchreife Feststellungen ausgeführt werden sollen. Ebenso tritt die Unzulänglichkeit der bisherigen Rispenbeschreibung in Erscheinung, wenn beispielsweise zur Zeit der Milchreife infolge besonderer Witterungsverhältnisse die Rispenform der Blütezeit noch vorherrscht oder sich bereits starke Übergänge zur Rispenform der Gelbreife zeigen. Diese Variabilität der Haferrispen und die Schwierigkeit, die Rispenform einer Sorte an Hand einer Beschreibung wiederzuerkennen, veranlaßten mich, die

Aufzeichnungen über den Fruchtstand ausführlicher zu gestalten. In der folgenden Übersicht wird zunächst eine Anzahl Sorten aufgeführt mit Angaben über ihre Rispenform während verschiedener Vegetationsabschnitte.



A.
Zur Zeit der Blüte.



B.
Zur Zeit der Milchreife.



C.
Zur Zeit der Gelbreife.

Abb. 20.

Rispen von Svalöfs Sieges Hafer, Typ: oben eng, unten weit bis sehr weit.

Sortenname	Die Rispenformen verschiedener Hafersorten zur Zeit der		
	Blüte	Milchreife	Gelbreife
Bensings Findling .	Fahnenrispe	Fahnenrispe	Fahnenrispe, unterste Ästchen teils abstehend
F. v. Lochows Gelb	Steifrispe oft etwas geschlossen	Steifrispe weit	Steifrispe weit und Sperrispe
Svalöfs Sieges . . . (s. Abb. 20)	Steifrispe oft etwas geschlossen	Steifrispe oben eng, unt. weit	Steifrispe oben eng, unten weit u. s. weit, Steifr. weit, Sperrispe
Streckenthiner II .	Steifrispe weit	Sperrispe	Sperrispe, Sperr- bis Buschrispe
Svalöfs Ligowo II .	Sperrispe u. Sperr- bis Buschrispe	Buschrispe	Buschrispe
Meßkircher Land .	Sperr- bis Buschrispe u. Busch-R.	Schlaffrispe	Schlaffrispe

Die angeführten Rispenbezeichnungen gelten stets für die am häufigsten vertretene Form bzw. Formen einer Sorte je Vegetationsabschnitt. Davon abweichende seltener vorkommende Typen erkennt man, wenn man die Angaben der drei Rubriken betrachtet. Streckenthiner II hat beispielsweise zur Zeit der Milchreife vorwiegend Sperrispen. Die Angaben in den anderen Spalten lassen erkennen, daß auch weite Steifrispen (siehe Blühstadium) und Sperr- bis Buschrispen (siehe Gelbreife) auftreten können. Zur Zeit der Blüte wiederum können auch Rispenformen vorhanden sein, die in den anderen beiden Rubriken angeführt sind. Dasselbe gilt für die Gelbreife. Aus der obigen Einteilung kann man demnach außer der Veränderung der Rispenform einer Sorte während der gesamten Vegetationszeit, auch die Verschiedenartigkeit der Rispenformen innerhalb eines Vegetationsabschnittes erkennen. Innerhalb einer Sorte können außerdem noch fremde Typen auftreten, und es würde dann ein Typengemisch vorliegen. In einem solchen Fall ist es erforderlich, die einzelnen Rispenformen mit Angabe ihres Prozentanteils aufzuführen. Bei einheitlicher Beschaffenheit der Formen einer Sorte gestaltet sich die Beschreibung einfacher, und doch ist sie noch schwierig genug, weil die Wachstumsbedingungen die für eine Sorte typischen Rispenformen verändern können. Daraus geht hervor, daß diese nur auf Grund der Ergebnisse mehrjähriger Feststellungen zu erfassen sind.

Bei der Bezeichnung der Rispenform müssen auch die unter Punkt b dieses Kapitels aufgeführten Merkmale herangezogen werden. Demnach würde die ausführliche Beschreibung beispielsweise folgendermaßen aussehen.

Rispenform-Beschreibung (Beispiel).

Sortenname	Besondere Merkmale	Gestalt zur Zeit der
Svalöfs Goldregen I . .	Spindel: mittellang Stufenzahl: hoch Äste: mittel, mittel bis fein	Blüte: Steifrispe oft etwas geschlossen Milchreife: Steifrispe weit und Sperrispe Gelbreife: Sperrispe
F. v. Lochows Gelb . .	Spindel: mittellang Stufenzahl: mittel Äste: mittel bis fein	Blüte: Steifrispe oft etwas geschlossen Milchreife: Steifrispe weit Gelbreife: Steifrispe weit und Sperrispe
Svalöfs Sieges	Spindel: mittellang Stufenzahl: mittel Äste: mittel bis grob	Blüte: Steifrispe oft etwas geschlossen Milchreife: Steifrispe oben eng, unten weit Gelbreife: Steifrispe oben eng, unten sehr weit, Steif- rispe weit u. Sperr- rispe
Tschermaks Früh . . .	Spindel: kurz Stufenzahl: gering Äste: kurz	Blüte: Steifrispe weit und Sperrispe Milchreife: Sperrispe Gelbreife: Buschrispe u. Schlaff- rispe
Meßkircher Land . . .	Spindel: lang Stufenzahl: mittel Äste: lang, stark ge- bogen	Blüte: Sperr- bis Buschrispe Milchreife: Schlaffrispe Gelbreife: Schlaffrispe
Svalöfs Orion II	Spindel: mittel bis lang Stufenzahl: mittel Äste: kurz	Blüte: Sperr- bis Buschrispe Milchreife: Schlaffrispe Gelbreife: Schlaffrispe

Wesentlich ist die Angabe der Rispenformen in drei verschiedenen Vegetationsabschnitten.

Die Brauchbarkeit der Rispenform für die Sortenunterscheidung ist etwa folgende. Bei ihrer Bewertung mit I—V, wobei I stark gesichert und V kaum gesichert bedeutet, würden Fahnen- und Schlaffrispe mit I und die übrigen etwa mit II bis IV zu bezeichnen sein.

4. Die Zahl der Blätter des Haupthalmes und die Beziehungen zwischen der Blattzahl und der Wachstumszeit.

Auf die Blattzahl der Haferpflanzen hat bereits Zade (16) im allgemeinen hingewiesen. Er führte unter anderem aus, daß dieses Merkmal großen Abweichungen unterliege. Seit mehreren Jahren habe ich besonders die Zahl der Haupthalmblätter an sämtlichen in Leipzig geprüften Hafersorten festgestellt. Ein Teil der Ergebnisse, welcher in Tabelle 4 zusammengestellt ist, zeigt am besten, inwieweit dieses Merkmal zur Sortenunterscheidung brauchbar ist.

Die Gruppen I bis III sind nicht fest gegeneinander abgegrenzt. Es gibt Sorten, die einen Übergang darstellen, so daß man sie bald in diese, bald in jene Gruppe einreihen kann. Das wird auch der Fall sein, wenn man je Sorte ein bedeutend umfangreicheres Pflanzenmaterial verarbeitet als bei meinen Feststellungen untersucht werden konnte. Zwischen den Sorten der Gruppe I und III ist jedoch der Unterschied recht deutlich erkennbar. Während bei I die Zahlenwerte um 4 und 5 liegen, gruppieren sie sich bei III um 7 und 8. Wie aus Tabelle 4 ersichtlich ist, haben die Sorten mit geringer Blattzahl eine kürzere Vegetationsdauer als die mit hoher Blattzahl. Die Zahlen von 1932 sind bei allen Sorten höher als die des Jahres 1931. Diese gleichmäßige Erhöhung der Werte von 1932 ist wohl auf günstigere Wachstumsbedingungen zurückzuführen. 1930 gegenüber 1932 sind die Unterschiede bei den angeführten Sorten nicht gleichsinnig. Die Sorten der Gruppe I, IIa und teils auch IIb haben 1930 im Vergleich zu 1932 die höhere Blattzahl, während die der Gruppe III und teils auch die Sorten der Gruppe IIb die geringere Blattzahl aufweisen. Diese Abweichung scheint besonders durch klimatische Einflüsse hervorgerufen worden zu sein. In Gruppe I und IIa finden wir meist frühreife Sorten, während die spätreifenden in Gruppe III und teils in IIb eingeordnet sind. Da nun 1930 im ersten Teil der Vegetationszeit die Witterung äußerst günstig war, konnten sich anfangs sämtliche Sorten sehr üppig entwickeln. Dann folgte eine

Tabelle 4.

Mittelwerte der Blattzahl des Haupthalmes verschiedener
Haftersorten.

Sortenname	Arithmetische Mittel der Blattzahl			Mittl. Vegetations- dauer, gezählt vom Tage des Aufgangs. Zahl der Tage
	1930	1931	1932	
I. Geringe Blattzahl:				
Tschermaks Früh	—	4,1	4,6	93
Frühester Nemertscher	—	4,2	5,0	92
Peragis Früh II	—	4,9	5,2	96
Eckendorfer Früh Borriesa . .	—	5,0	5,4	98
Dippes Überwinder Früh . . .	—	5,0	5,5	100
Engströms Favorit	—	5,3	5,7	93
Hohenheimer V.	5,9	5,4	5,8	97
Gopher	—	5,1	5,9	93
II. a) Geringe bis mittlere Blattzahl:				
Engelens Weiß	—	5,3	6,0	100
Zwarte President	—	5,0	6,1	93
Carstens IV	6,3	5,3	6,1	96
Meßkircher Land	6,8	5,9	6,1	96
Rotenburger Schwarz	—	5,3	6,2	93
Jägers Alb	—	5,3	6,3	97
II. b) Mittlere bis hohe Blattzahl:				
P. S. G. Goldkorn	—	6,2	6,6	99
Streckenthiner II	7,0	5,6	6,7	103
F. v. Lochows Gelb	6,8	6,0	6,7	100
Svalöfs Sieges	7,0	6,2	6,9	104
Svalöfs Ligowo II.	6,8	6,5	6,9	103
Svalöfs Vit Odal	—	6,6	6,9	98
Krafts rheinischer Weiß I . .	7,0	6,5	7,0	102
Lüneburger Heidegold	7,1	6,6	7,0	102
Svalöfs Goldregen I	6,6	6,9	7,0	102
Lembkes Baldur	6,9	6,95	7,1	102
III. Hohe Blattzahl:				
Dietzes Gelb	7,5	6,9	7,5	106
Krafts rheinischer Weiß II. .	7,0	6,5	7,8	105
Friedrichswerther Berg . . .	7,3	6,8	7,8	106
Werthers Göttinger	7,4	6,8	7,8	106
v. Stieglers Duppauer	—	6,9	7,8	106
Lyngby Heiden	—	6,7	8,0	107
Probsteier Gelb	7,9	7,6	8,6	106

große Trockenperiode während der die meisten Sorten mit langer Vegetationsdauer stärker gelitten und dadurch im Verhältnis zu 1932 weniger Blätter ausgebildet hatten als die früheren in der Entwicklung weiter fortgeschrittenen Sorten.

Die Schwankung der Blattzahl von Jahr zu Jahr scheint nicht allein durch äußere Faktoren hervorgerufen zu werden, sondern auch durch die Neigung einer Sorte zu geringer bzw. starker Bestockung. An einigen Sorten sind bereits Beobachtungen in dieser Hinsicht angestellt worden. Genauerer kann aber erst nach Abschluß weiterer Untersuchungen berichtet werden.

Das Merkmal Blattzahl habe ich außer in Leipzig auch an einer Reihe Hafersorten geprüft, die an den bereits früher erwähnten Außenstellen angebaut waren. Starke Abweichungen von den in Leipzig erzielten Ergebnissen, traten nur unter extremen Wachstumsbedingungen auf. Im Gebirge (Vogtland) ist festgestellt worden, daß die Mittelwerte der Sorten der Gruppe I ungefähr bei 4 liegen, während die der Gruppe III sich um 5 gruppieren. Ein ähnliches Verhalten derselben Sorten wurde auch auf Sandboden bei Trockenheit wahrgenommen. Die klimatischen Faktoren, niedrige Temperaturen und höhere Lichtintensität im Gebirge und Trockenheit im Flachland, waren aller Wahrscheinlichkeit nach im wesentlichen die Ursachen für diese Erscheinung. Unter solchen Verhältnissen ist demnach das Merkmal Blattzahl weniger brauchbar. Hat man jedoch günstigere Boden- und Klimaverhältnisse, so kann man, wie die bisherigen Ergebnisse zeigen, die Blattzahl für eine Anzahl Sorten bei exakter Versuchsanstellung und vergleichenden Anbau zur Sortenunterscheidung sehr gut verwenden. Ferner muß noch hervorgehoben werden, daß frühreife Sorten meist eine geringe und spätreife eine hohe Blattzahl haben. Auf Grund dieser Feststellung ist es möglich die Vegetationsdauer einiger Sorten bereits vor der Reife bis zu einem gewissen Grad zu beurteilen.

5. Die Länge des obersten Halmblattes.

Das Spitzen- oder Rispenhüllblatt ist, wie bereits bekannt, das kürzeste der Halmblätter. 1927 stellte ich erstmalig die Länge dieser Blätter an 30 Hafersorten fest. Je Sorte wurden 300 unbeschädigte Blätter gemessen. Die Ergebnisse zeigten, daß die Differenz zwischen dem größten und kleinsten arithmetischen Mittel

etwa 7 cm betrug. Während der nächsten drei Jahre wurden nur Bonitierungen vorgenommen, und ich beobachtete dabei zwischen einigen Sorten noch größere Spitzenblattunterschiede als 1927. Deshalb führte ich 1931 und 1932 wieder Messungen durch, allerdings nur an 20 nicht deformierten Blättern je Sorte. Insgesamt wurden über 5000 Blätter gemessen, und obgleich je Sorte nur eine geringe Anzahl verarbeitet werden konnte, sind die Ergebnisse im Rahmen dieser Untersuchung doch gesichert. Das erkennt man, wenn man die Mittelwerte der Spitzenblattlängen einer Anzahl sehr ähnlicher bzw. nicht unterscheidbarer Sorten vergleicht. Die Feststellungen des Jahres 1932 ergaben beispielsweise, daß die Mittelwerte von 5 Sorten der Lochowgruppe zwischen 19,3 und 20,7 cm schwankten und die von 8 Sorten der Siegesgruppe zwischen 19 und 21,5 cm. Diese Unterschiede sind als gering bis mäßig zu bezeichnen.

Die folgende Zusammenstellung zeigt die arithmetischen Mittel einiger Hafersorten, deren Rispenhüllblätter 1927, 1931 und 1932 gemessen wurden. Die Sortennamen sind in der Reihenfolge der Zahlenwerte von 1932 angeführt.

Tabelle 5.

Länge der Rispenhüllblätter einiger Hafersorten.

Sortenname	Arithmetische Mittel		
	1927 cm	1931 cm	1932 cm
Peragis Weiß	14,3	15,9	17,8
Hohenheimer V.	19,7	19,3	19,3
v. Kalbens Vienaer	17,2	19,5	19,6
Svalöfs Sieges	19,4	18,3	19,9
Svalöfs Goldregen I	16,4	20,3	20,1
Streckenthiner II	19,8	19,9	20,3
F. v. Lochows Gelb	20,1	17,3	20,6
Beseler II	18,6	17,6	22,1
Lüneburger Kleykönig	21,4	23,2	28,6

Peragis Weiß hat von diesen Sorten in allen drei Jahren die kürzesten und Lüneburger Kleykönig die längsten Rispenhüllblätter. Die Mittelwerte dieser beiden Sorten lassen von Jahr zu Jahr eine gleichsinnige Schwankung erkennen. Die von den anderen Sorten stammenden Ergebnisse sind in den drei Jahren teils gleich, teils

verschieden. Daher können für die weitere Betrachtung, wie aus den angeführten Zahlen und den wegen Raum Mangels nicht veröffentlichten Einzelangaben hervorgeht, allein die extremen Werte als gesichert gelten. Die folgende Tabelle enthält deshalb nur die Mittelwerte solcher Sorten. Von einigen Sorten mit kurzen Spitzenblättern liegen erst einjährige Ergebnisse vor, trotzdem dürfen sie als brauchbar angesehen werden, da sich die Blattlänge bereits bei den 1931 gemachten Feststellungen analog verhielt. Den Mittelwert aller Sorten habe ich der Einfachheit halber als zwischen zwei ganzen Zahlen liegend angegeben.

Tabelle 6.

Hafersorten mit langen und kurzen Rispenhüllblättern.

Sortenname	Länge des Rispenhüllblattes	
	1931 cm	1932 cm
A. Sorten mit kurzem Spitzenblatt:		
P. S. G. Goldkorn	14—15	14—15
Nitschkes Riesengebirgs	—	14—15
Tschermaks Früh	—	15—16
Eckendorfer Früh Borriesa	—	16—17
Peragis Weiß	15—16	17—18
B. Sorten mit langem Spitzenblatt:		
Svalöfs Orion	24—25	24—25
Rotenburger Schwarz	26—27	24—25
Zwarte President	28—29	24—25
Werthers Göttinger	25—26	25—26
Raddatz Joachims	24—25	26—27
Lüneburger Kleykönig	23—24	28—29
Oldenburger Schwarz	26—27	28—29
v. Stieglers Duppauer	28—29	28—29
Svalöfs Großmogul	32—33	31—32

Die Schwankungen zwischen den Ergebnissen mehrerer Jahre, wie sie in Tabelle 6 bei den Sorten mit langem Rispenhüllblatt auftreten, werden immer vorhanden sein, weil die Ernährungsverhältnisse sich mit jedem Jahr ändern. Außerdem können auch Bodenfehler ähnliche oder noch stärkere Abweichungen hervorrufen. Daher sind mehrjährige Feststellungen notwendig. Von den in Tabelle 6 angeführten Sorten kann man jedenfalls behaupten, daß

sie die Neigung haben, kurze bzw. lange Rispenhüllblätter auszubilden. Der zahlenmäßige Unterschied zwischen den Mittelwerten der Sorten Goldkorn mit kurzen und Großmogul mit langen Rispenhüllblättern beträgt etwa 17 cm. Derartige große Unterschiede treten jedoch nur an den obersten Halmblättern auf. Das zweitoberste Halmblatt des Großmogul hatte nach den Messungen von 1931 eine Länge von 38—40 cm und das von Goldkorn von 27—30 cm. Daraus geht hervor, daß diese Halmblätter der Sorte Großmogul nur etwa um ein Viertel länger sind als die von Goldkorn. Die Spitzenblattlänge ist demnach von besonderer Bedeutung und ein weiteres Merkmal, eine Reihe Hafersorten nach dem Rispen-schieben genauer bestimmen zu können.

6. Die Drehungsrichtung der Blätter.

Die Drehungsrichtung der Blätter ist für einige Hafersorten ein unbedingt sicheres Erkennungsmerkmal. Darüber sind bisher noch keine Feststellungen gemacht worden. Bekannt war die Drehung der Basalblätter. Zade (16) schreibt, daß die zuerst entwickelten Blätter mehr oder weniger spiralförmig gekrümmt sind und diese Drehung bis auf einige Ausnahmen links herum geschieht. Die Drehungsrichtung der Halmblätter wurde von Heß in Dahlem und von mir in Leipzig als im Sinne des Uhrzeigers, also rechtsherum, festgestellt. Außerdem fanden sich einige Sorten mit deutlicher Linksdrehung. Gegenwärtig gehören zu diesen Kraffts rheinischer Weiß I, Hänigs Gebirgs, Svalöfs Vit Odal, Hennersdorfer Weiß und außerdem noch zwei Sorten, welche ein Gemisch darstellen d. h. deren Blätter nicht einheitlich links drehen. Allein durch die Art der Blattdrehung kann man die aufgeführten Sorten ohne Mühe von allen anderen unterscheiden. Weiter stellte ich fest, daß der Übergang von der Links- zur Rechtsdrehung allgemein am dritt- und viertuntersten Blatt stattfindet. Es gibt jedoch auch Sorten, bei denen das zweite Blatt schon sehr deutlich rechts dreht. Das kann sortentypisch sein oder dann auftreten, wenn infolge günstiger Boden- und Witterungsverhältnisse das zweite Blatt recht lang gewachsen ist.

So wie zu Beginn der Entwicklung einer Haferpflanze an den ersten Blättern ein Umstellen von der Links- zur Rechtsdrehung erfolgt, gibt es bisweilen auch am Ende der Vegetationszeit wieder eine Umstellung von der Rechts- zur Linksdrehung am zweitobersten

und obersten Halmblatt. Bei den in der Folge aufgeführten Sorten wurde dies festgestellt, und es ergab sich, daß das Merkmal teils mehr, teils weniger typisch ausgeprägt sein kann.

Sortenname	Links-drehung an den obersten zwei Halmblättern
Endreß Weiß St. 1073 . .	Sehr häufig (schwach gedreht)
Svalöfs Adler	" " (" ")
" Orion	Meist Rispenhüllblätter nur links gedreht (schwach bis deutliche Drehung)

Außerdem gibt es noch einige Sorten, bei denen nur einzelne Pflanzen die Links-drehung zeigen, wahrscheinlich infolge Sortenvermischung.



Abb. 21.
Rechtsdrehendes Halmblatt.



Abb. 22.
Links-drehendes Halmblatt.

Bei den Sorten, die an und für sich eine Neigung zu sehr geringer bis schwacher Blattdrehung haben, ist es noch nicht erwiesen, ob die leichte Links-drehung, namentlich am Spitzenblatt, durch den Wind hervorgerufen wird oder ob sie eine Erscheinung ist, die nur dann auftritt, wenn sich die Blätter infolge günstiger Wachstumsbedingungen lang entwickelt haben. Starke Drehung ist dagegen stets ein sortentypisches Merkmal.

Die Drehungsrichtung läßt sich in folgender Weise feststellen. Die betreffenden Blätter müssen so in der Hand gehalten werden, daß ihre Spitzen auf den Beschauer zeigen (s. Abb. 21 und 22).

Es ist dann leicht zu erkennen, ob eine Links- oder Rechtsdrehung vorliegt. Diese wird nur am oberen Teil des Blattes festgestellt. Der untere Teil zeigt zwar sehr häufig von der Basis her eine leichte Linksdrehung, die aber bis jetzt noch nicht als sortentypisch erkannt worden ist und außerdem mit der Spitzendrehung in keinem Zusammenhang zu stehen braucht.

7. Die Form des obersten Knotens am Haupthalm.

Die Form des obersten Knotens am Haupthalm ist nur für wenige Sorten ein charakteristisches Merkmal. Sortentypisch sind jedoch nur die kurzen und die langen Knoten (siehe Abb. 23). Die



Abb. 23.
Extreme Formen der obersten
Halmknoten, links: kurz,
rechts: lang.

kürzesten Knoten hatte Dietzes Gelb. Abweichungen nach mittellang kommen zwar vor, aber die kurzen Formen überwiegen. Lange bis sehr lange Knoten besitzen die sehr ähnlichen Sorten Zwarte President, Rotenburger Schwarz und Oldenburger Schwarz. Man kann sie daran sehr gut erkennen trotz der Übergänge nach mittellang. Die langen Knoten fallen außerdem noch dadurch auf, daß sie nicht gewölbt, also flacher gestaltet sind als die Knoten aller anderen bisher untersuchten Sorten mit Ausnahme von Fichtelgebirgs Zuchtsaat und Nitschkes Riesengebirgs-Hafer, die mittellange aber ebenfalls flache Knoten haben.

Die Knotenformen wurden zur Zeit der Blüte bis Milchreife festgestellt. Sie verändern sich mit zunehmender Reife. Leider konnten in dieser Hinsicht bis jetzt nicht genügend genaue Beobachtungen angestellt werden, da in den letzten Jahren fast alle Sorten gelagert haben, wodurch die Halmknoten oft knieförmige Gestalt annahmen und sich teils bedeutend verlängerten. Der-

artige deformierte Knoten sind für Feststellungen im obigen Sinne nicht geeignet.

8. Die Beeinflussung gewisser Sortenmerkmale durch klimatische Faktoren.

Bei der Prüfung der Hafersorten auf Selbständigkeit wurden zur Erfassung von Sortenunterschieden die verschiedensten Versuche durchgeführt. So ist 1930 und 1932 unter anderem der größte Teil der Hafersorten Ende August nochmals ausgesät worden. Es sollte festgestellt werden, wie die Pflanzen unter den, gegenüber dem Frühjahr, anders gearteten klimatischen Verhältnissen wachsen und ob besondere Abweichungen oder neue Merkmale auftauchen.

Die jungen Pflanzen hatten bei der Sommersaat zu Beginn der Vegetationszeit oft heiße Tage zu überstehen; allmählich wurde jedoch die Sonnenscheindauer kürzer, und die Strahlungs- und Lichtintensität, wie auch die durchschnittlichen Tagestemperaturen nahmen ab. Die Witterungsfaktoren waren also ganz anders als im Frühjahr geartet. Außerdem wurde die Sommersaat in größerem Maße als die Frühjahrssaat von Schädigungen verschiedenster Art betroffen.

Die Aussaat der zu prüfenden Sorten erfolgte zuchtgartenmäßig Mitte bis Ende August. Je Pflanzstelle wurden zwei Außenkörner 5 cm von einander entfernt, ausgesät während der Reihenabstand 20 cm betrug. Jeder Versuch umfaßte je Sorte zwei Reihen von je 3 m Länge. Diese Anordnung war, wie später zu ersehen ist, für die auszuführenden Feststellungen sehr günstig.

Der Aufgang erfolgte infolge der hohen Temperaturen in beiden Jahren im August viel rascher als im Frühjahr. 1930 liefen die Sorten bereits nach 10 Tagen und 1932 schon nach 7 Tagen auf. Bei der Frühjahrsaussaat schwankte hingegen in den Jahren 1927 bis 1932 die Zahl der Tage von der Aussaat bis zum Aufgang zwischen 16 und 22. Die hohen Temperaturen riefen bei den Pflanzen der Augustaussaat auch eine zeitige Bestockung hervor, die bereits 9 Tage nach dem Aufgang einsetzte und nicht wie im Frühjahr, erst nach 20 und mehr Tagen erfolgte.

a) Schwankende Merkmale.

Bis zum Bestockungszeitpunkt konnten an den jungen Pflanzen trotz der veränderten Wachstumsbedingungen keine besonderen

Sortenunterschiede wahrgenommen werden. Fritfliegenbefall und Schädigungen durch Ackerschnecken fanden sich anfangs bei allen Sorten in gleichem Maße. Besonders auffällig war zu dieser Zeit der starke Fritfliegenbefall, auch an den als wenig anfällig bekannten Sorten. Bald entwickelten sich jedoch trotz der anfangs gleichmäßigen Schädigung, die einzelnen Sorten sehr verschieden (s. Abb. 24). Bei einer Anzahl Sorten gingen die meisten Pflanzen ein; nur wenige kümmerliche Pflanzen blieben übrig. Andere Sorten wiesen einen recht guten Bestand auf, und die übrigen zeigten teils kleinere, teils größere Lücken. Ähnliches

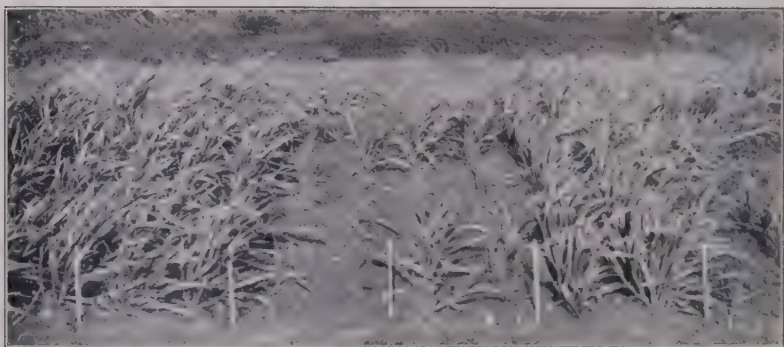


Abb. 24. Verschiedene Auswirkung des Fritfliegenbefalles.
Je zwei durch Holzetiketten abgesteckte Zeilen stellen eine Sorte dar.

konnte an den Pflanzenbeständen bei Aussaat im Frühjahr nicht beobachtet werden. Die Sortenunterschiede lassen sich etwa folgendermaßen erklären. Eine Anzahl Sorten gedieh dank ihrer Regenerationskraft und Wachstumsfreudigkeit bei hohen Temperaturen und starker Sonnenbestrahlung sehr gut, während die Pflanzen der übrigen langsamer wuchsen, weiter stark befallen wurden und dadurch kümmernten oder zugrunde gingen. Ob und inwieweit der Zellaufbau der einzelnen Sorten, auf den Kleine (12) hinweist, dabei eine Rolle spielt, wurde nicht untersucht. Eine Gesetzmäßigkeit der Art, daß nur spätreife Sorten stark geschädigt wurden und frühreife sich günstig weiter entwickelten, lag nicht vor. Diese Feststellung bestätigt die Ergebnisse Kleines (11).

Ein weiteres Merkmal, das bei der Sommersaat recht auffällig hervortreten kann, ist die Blattdrehung. Obgleich das Längenwachstum der Pflanzen durch die niedrigen Temperaturen im

Herbst stark gehemmt wurde, entwickelten sich die Blätter doch recht kräftig. Dadurch prägte sich die Blattdrehung deutlich aus, und die Sortenunterschiede konnten sehr gut erfaßt werden. An einigen Sorten, die sich jetzt allerdings nicht mehr im Handel befinden, trat die Drehung so stark auf, daß diese ohne weiteres an ihren „gelockten“ Blättern zu erkennen waren.

Auch die Blattgrundbehaarung kann an im Sommer ausgesäten Hafersorten eine wesentliche Änderung erfahren. In beiden Versuchsjahren, besonders 1930, hatte die Anzahl der Härchen an den Rändern des Blattspreitengrundes bei sehr vielen Sorten zugenommen. Hervorzuheben ist, daß die Behaarungsfeststellungen im Herbst bei einer Reihe Sorten nur an den unteren Halmblättern auszuführen waren, weil die Pflanzen nicht schoßten und die mittleren Halmblätter, die sonst am stärksten behaart sind, ihren Blattgrund nicht entfalten konnten. Die Unterschiede in der Behaarung der Blattränder zwischen dem Sommer- und Herbstbestand waren 1930 recht groß. So zeigte sich beispielsweise bei der Sorte Pfarrkirchner Edelhafer eine Zunahme der Härchen von 12 als Höchstzahl bei Aussaat im Frühjahr auf 64 bei Aussaat im August. Bei den meisten Sorten betrug der Unterschied aber nur 3—10 Härchen, während die Sorten ohne bzw. mit sehr schwacher Blattrandbehaarung meist nur eine geringe Zunahme erkennen ließen. In der Häufigkeit der Behaarung (Zahl der behaarten Pflanzen) konnte jedoch bei fast allen Sorten, mit Ausnahme derer, bei denen alle Pflanzen die Blattrandbehaarung aufwiesen, ein starkes Ansteigen festgestellt werden. So befanden sich beispielsweise bei den Sorten der Lochowgruppe im Sommer 1930 unter 100 Pflanzen je Sorte ungefähr 4—15, an denen einige Blätter einzelne Härchen aufwiesen. Im Herbst jedoch waren von denselben Sorten etwa 30—60 % aller Pflanzen an einigen Blättern behaart. Ähnlich und noch größer war der Unterschied bei den meisten Sorten der Siegesgruppe. Ferner zeigten einzelne Sorten mit sehr starker Blattrandbehaarung gegenüber der Sommerfeststellung eine dichtere Blattscheidenbehaarung und vor allem eine auffallende Behaarung der Blattspreiten. Besonders an den jungen Trieben trat dieses Merkmal sehr deutlich auf.

1932 konnte ferner noch festgestellt werden, daß die durch die Fritfliege nicht zum Eingehen gebrachten Pflanzen sehr stark bestockt waren. Oft wurden über 20 Triebe gezählt. Mehrere Sorten zeigten an den Blatträndern der meisten Triebe nur ab und

zu ein Härchen. An einigen Pflanzen wurden jedoch einzelne Triebe gefunden, an denen ein oder zwei Blätter stark behaart waren.

Welche Faktoren in den angeführten Fällen die stärkere Behaarung auslösten, konnte bis jetzt noch nicht ermittelt werden. Doch ist anzunehmen, daß es sich um Temperatureinflüsse handelt, soweit es die jüngeren Triebe betrifft¹).

b) Neue Merkmale.

An dem im Frühjahr ausgesäten Hafersortiment trat nach bisherigen Feststellungen die Blattscheidenbehaarung nur an wenigen Sorten auf, welche sich durch starke Blattrandbehaarung bzw. Blattspreitenbehaarung auszeichneten. Im Herbst konnte hingegen auch an verschiedenen Sorten mit geringerer Blattrandbehaarung eine deutliche Behaarung der untersten Blattscheiden festgestellt werden. Dieses neue Merkmal ermöglichte es, eine Anzahl Sorten bereits im frühen Entwicklungsstadium von allen anderen zu unterscheiden. Welche Ursache diese Erscheinung ausgelöst hat, könnte am besten nachgewiesen werden, wenn man die Sorten unter künstlich geschaffenen Umweltbedingungen heranwachsen ließe. Durch erfolgreiche Lösung dieser Aufgabe würde ein neuer Weg gefunden, weitere Sorten bereits kurz nach dem Aufgang bestimmen zu können.

In Verbindung damit ließe sich auch die Anthozyanfärbung an der Spitze des Keimblattes, die besonders bei niedrigen Temperaturen auftritt, eingehender erforschen. Bis jetzt konnte dieses Merkmal, obgleich mitunter recht deutliche Sortenunterschiede zu erkennen waren, nur für wenige Sorten als typisch festgestellt werden, da es unter den verschiedenen Umweltbedingungen recht unterschiedlich auftrat.

Zuletzt wurde an den Pflanzen der Sommeraussaat die Widerstandsfähigkeit der Sorten gegen Frost geprüft. Die Pflanzenbestände wiesen eine Höhe von ungefähr 35—45 cm auf und entwickelten je nach Sorte 4—7 Halmblätter. In diesem

¹ Feststellungen an den jungen Pflanzen, die im Frühjahr 1933 ausgesät wurden, scheinen diese Annahme zu bestätigen. Nach Einwirkung von niedrigen Temperaturen bis -3° erfolgte bei vielen Sorten eine Behaarung des Blattrandes am Grunde der Basalblätter, die sonst, mit Ausnahme einzelner Sorten, unbehaart waren. Einige Sorten zeigten auch eine leichte bis deutliche Behaarung der Blattscheiden.

Entwicklungszustand wurden sie von Temperaturen unter 0° beeinflusst. Vom November 1930 bis Mitte Januar 1931 hatten sie 22 Tage mit Kahlfrösten zu überstehen. Die durchschnittlich tiefste Temperatur lag bei $-3,7^{\circ}\text{C}$. Die Kältegrade schwankten zwischen -1° und -7°C . Bei -9°C Kälte und scharfem Ostwind gingen eines Nachts sämtliche Pflanzen zugrunde. 1932/33 überlebten die Haferpflanzen 36 Tage mit Kahlfrösten, deren durchschnittliche tiefste Temperatur $-4,2^{\circ}\text{C}$ betrug. Die Zahl der Frosttage war demnach um 14 größer als 1930/31. Außerdem lagen die Temperaturen tiefer. Sie bewegten sich zwischen -1° und -13°C . Ende Januar 1933 wurden alle Sorten durch die Einwirkung von -18°C Kälte vernichtet.

Geringe anhaltende Kälte bis -4°C ertrugen sämtliche Sorten in dem oben beschriebenen Entwicklungszustand ohne weiteres, und das Auftauen tagsüber bei Sonnenschein verursachte nach bisherigen Ermittlungen keinen wahrnehmbaren Schaden. Bei Temperaturen von -7° bis -9°C sanken die Blätter der meisten Sorten herab, und nur einige behielten ihre straffe Haltung. Diese bewahrten auch nach dem Einwirken von Kältegraden bis -13°C ihre grüne Blattfarbe, während die meisten Sorten ihre Grünfärbung mehr und mehr verloren und den Eindruck des Absterbens erweckten.

Die Froststärke, die die Haferpflanzen ertragen können, kann man nicht in einer bestimmten Zahl festlegen, denn sie hängt davon ab, ob die starke Kälte plötzlich oder allmählich einwirkt.

Die Sortenunterschiede, die durch die Kältewirkung erfaßt worden sind, entstammen besonders den Feststellungen des Jahres 1932. 1930 erlagen die Pflanzen zu rasch dem Kältetod, wodurch die Auswirkung der niederen Kältegrade verhindert wurde. In beiden Jahren handelt es sich, wie oben beschrieben, um ältere Pflanzen.

Die Widerstandsfähigkeit junger Pflanzen gegen Frost sollte 1932/33 durch folgenden Versuch ermittelt werden. In mit Erde gefüllten, flachen Holzkästen, die im Freien aufgestellt waren, wurden 35 Hafersorten herangezogen. Die Aussaat erfolgte Ende September und der Aufgang Mitte Oktober. Als die Pflanzen das zweite Blatt entwickelt hatten und das dritte spitzte, sind sie vom ersten Frost getroffen worden. An einzelnen Sorten waren die Schädigungen zunächst daran zu erkennen, daß ihre Blätter auffällig schlaff herabhingen. Allmählich erholten sich diese Sorten

aber recht gut. Dann begannen bei verschiedenen Sorten infolge der Frostwirkung die untersten Blätter abzusterben. Diese Erscheinung trat bei noch tieferen Temperaturen immer stärker und schließlich bei allen Sorten auf. Die Sortenunterschiede waren bedeutend zahlreicher und deutlicher als an den oben beschriebenen Pflanzenbeständen auf dem Felde zu erfassen. Demnach scheinen die jungen Pflanzen, nach den allerdings erst einjährigen Ergebnissen, besser geeignet zu sein, Sortenunterschiede durch Einwirkung von niedrigen Temperaturen erkennen zu lassen als ältere. Eine Parallelität der an jungen und alten Pflanzen erzielten Ergebnisse konnte nur bei einigen Sorten festgestellt werden. Die Resultate im einzelnen aufzuführen erübrigt sich, da sie noch durch die Feststellungen weiterer Versuchsjahre bestätigt werden müssen. Die sichersten und wertvollsten Ergebnisse würden jedoch erzielt werden, wenn man die Sorten auch hier unter künstlichen Umweltbedingungen heranwachsen ließe. Gleichzeitig würde dadurch ein neuer Weg geschaffen, um noch andere Hafersorten im frühen Entwicklungsstadium identifizieren zu können.

Zusammenfassung.

Durch Feststellungen und besondere Untersuchungen an sämtlichen deutschen und einer Anzahl ausländischer Hafersorten sind folgende neue Sortenmerkmale gefunden worden:

1. Der Unterschied im Tausendkorngewicht der Körner I. und II. Ordnung stellt ein brauchbares Merkmal dar, mit dessen Hilfe es gelingt, eine größere Anzahl Sorten zu gruppieren und besonders zu kennzeichnen.

2. Hinsichtlich der bisher gebräuchlichen Kornformen sind einige Änderungen getroffen worden. Die nunmehrige Einteilung ist folgende:

I. Offene Körner (Vorspelze sichtbar).

1. Probsteier-Korn,
2. Leutewitzer-Korn,
3. Spitzkorn,
4. Langkorn,
 - a) probsteierähnlich,
 - b) leutewitzerähnlich,
 - c) spitzkornähnlich,
 - d) gerstenkornähnlich,

5. Gerstenkorn,

6. Kurzkorn,

a) Spitze oft breit, stumpfzulaufend,

b) Spitze oft schmal, spitzzulaufend.

II. Geschlossene Körner (Vorspelze nicht oder kaum sichtbar).

7. Spelzenkorn.

Das Vollkorn ist als Kornform weggelassen worden, da es durch keine typische Form gekennzeichnet ist. Bei Körnern mit „vollem, kernreichem Aussehen“ wird der betreffenden Kornform das Wort „voll“ beigelegt.

3. Die Rispenform.

Die Stellung der Äste zur Rispenstielwurzel wurde festgelegt, indem die Begriffe sehr steil, steil, schräg, sehr schräg, aufrecht, waagrecht, hängend und stark hängend näher bestimmt wurden. Die Steifrispenform ist in „Steifrispe geschlossen“, „Steifrispe oben eng und unten weit“ und „Steifrispe weit“ gegliedert worden, und sämtliche Rispengrundformen konnten mit Hilfe der Aststellung näher charakterisiert werden.

Zur Unterscheidung ähnlicher Rispenformen wurden besondere Rispenmerkmale herangezogen. Die Einteilung nach Rispentypen wie „Lochow“- „Goldregen“- und „Probsteiertyp“ wurde um den „Siegestyp“ erweitert. Ferner fanden folgende Merkmale Anwendung: Stufenzahl und Ährchenzahl der Rispe, Länge der Rispenstielwurzel, Feinheit, Länge und Biegung der Rispenäste. Bei der ausführlichen Beschreibung der verschiedenen Rispentypen wurden diese Merkmale und die Stellung der Äste zur Rispenstielwurzel verwendet. Vor allem aber wurde ausgeführt, welche Rispenformen eine Sorte zur Zeit der Blüte, der Milchreife und der Gelbreife hat. Diese Angaben sind unerlässlich, denn die Aufführung nur einer Rispenform je Sorte, wie es bisher geschah, ist durchaus unzulänglich. An sich ist die Beschreibung der Rispenform einer Sorte schwierig, weil die Rispe sich vom Blühbeginn bis zur Reife sehr stark verändert und innerhalb einer Sorte in den einzelnen Wachstumsabschnitten oft verschiedene Rispentypen auftreten und diese durch abweichende Wachstumsbedingungen verändert werden können. Diese Variabilität und die Schwierigkeit, die Rispenform einer Sorte an Hand einer Beschreibung wiederzuerkennen, veranlaßten mich, die Aufzeichnungen über den Fruchtstand einer Sorte, wie bereits dar-

gelegt, ausführlicher zu gestalten. So ist es gelungen, die Rispen einer größeren Zahl Sorten besser zu erkennen, als es nach den bisherigen Beschreibungen möglich war.

4. Als weiteres Sortenmerkmal wurde die Zahl der Blätter des Haupthalmes je Sorte und das Verhältnis der Blattzahl zur Wachstumszeit ermittelt. Zwischen den Sortengruppen mit geringer und hoher Blattzahl besteht ein deutlicher Unterschied. Sorten mit 4—5 Halmblättern können als blattarm, Sorten mit 7—8 Halmblättern als blattreich gelten. Ferner hat sich ergeben, daß frühreife Sorten meist eine geringe, spätreife eine hohe Blattzahl haben. Auf Grund dieser Feststellung ist es möglich, die Vegetationsdauer von Sorten mit extremer Wachstumszeit bei vergleichendem, exaktem Anbau bereits vor der Reife bis zu einem gewissen Grad zu erkennen.

5. Die Länge des obersten Halmblattes ist im Vergleich zur Länge der übrigen Halmblätter systematisch von besonderer Bedeutung. Hier ergaben sich deutliche, nach dem Rispenstieben erkennbare Sortenunterschiede.

6. Die Drehungsrichtung der Halmblätter wurde von Hess und mir allgemein als im Sinne des Urzeigers also rechts herum festgestellt. Außerdem fand ich aber einige Sorten mit deutlicher Linksdrehung heraus, die dadurch von allen anderen Sorten ohne Mühe unterschieden werden konnten. Ferner ermittelte ich, daß der Übergang von der Links- zur Rechtsdrehung, bis auf einige Ausnahmen, am dritt- und viertuntersten Blatt stattfindet, und daß es bei einigen Sorten am Ende der Vegetationszeit, besonders am Rispenhüllblatt, wieder eine Umstellung von der Rechts- zur Linksdrehung gibt. Die Drehungsrichtung wurde am obersten Teil (Spitzenteil) jedes Blattes festgestellt.

7. Die Form des obersten Halmknotens hat sich nur für wenige Sorten als charakteristisches Merkmal bewährt. Man kann kurze und lange Knoten unterscheiden. Die langen sind nicht so gewölbt wie die kurzen.

8. Die Auswirkung veränderter Klimafaktoren wurde dadurch erfaßt, daß die Hafersorten Mitte bis Ende August nochmals zur Aussaat kamen. Sie wuchsen somit unter klimatischen Verhältnissen heran, die nahezu denen entgegengesetzt waren, die die im Frühjahr ausgesäten Sorten vorfanden. Der Fritfliegenbefall wirkte sich an der Augustaussaat, obgleich anfangs alle Sorten gleichmäßig stark befallen waren, bei einer Reihe

Sorten so stark schädigend aus, daß ausgezeichnete Sortenunterschiede hervortraten. Die Blattdrehung war bei den meisten spät bestellten Sorten bedeutend stärker und deutlicher ausgeprägt als bei Aussaat im Frühjahr, und die Blattrandbehaarung am Grunde der Halmblätter nahm zu. Einige Sorten wiesen eine beträchtliche Erhöhung der Härchenzahl auf.

Auch neue Merkmale traten infolge später Saat auf. An einigen Sorten, deren Ränder des Blattspreitengrundes normalerweise schwach behaart waren, wurde eine Behaarung der untersten Blattscheiden festgestellt, wodurch diese Sorten von allen anderen unterschieden werden konnten. Bisher war die Blattscheidenbehaarung nur bei einigen Sorten bekannt, die sich durch starke Blattrandbehaarung bzw. Blattspreitenbehaarung auszeichneten.

Schließlich wurde die Widerstandsfähigkeit der Sommerhafersorten gegen Frost geprüft. Es traten an den im August ausgesäten Pflanzenbeständen bei einer Einwirkung von Temperaturen bis -13°C Sortenunterschiede auf. Die Froststärke, welche die Haferpflanzen ertragen können, kann man nicht auf eine bestimmte Gradzahl festlegen, denn sie hängt davon ab, ob die Kälte plötzlich einwirkt oder allmählich.

Bei der Prüfung auf Frostempfindlichkeit junger, in Holzkästen herangezogener Haferpflanzen ergaben sich gegenüber älteren Pflanzen bedeutend mehr und besser erfaßbare Sortenunterschiede. Sie kamen in der Blatthaltung und im Absterben der ersten Basalblätter zum Ausdruck.

Literaturverzeichnis.

1. Atterberg, Neues System der Hafervarietäten. Landw. Versuchsstation, Bd. 39, S. 171, 1891.
2. Böhmer, Über die Systematik der Hafersorten sowie über einige züchterisch wichtige Eigenschaften der Haferrispe. Berlin 1909.
3. —, Hafer im Bilde. Fühlings landw. Ztg. 1911, S. 609.
4. Broili, Beiträge zur Hafer-Morphologie. Journal f. Landwirtschaft 1910, S. 205.
5. Fernekess, Die Haferrispe nach Aufbau und Verteilung der Kornqualitäten. Diss. München 1908.
6. Fischer und Mickel, Sommergerste, Wintergerste und Hafer. (Bd. 5 von Ramm: Deutsche Hochzuchten.)
7. Fruwirth, Die Haferrispe bei der Beurteilung der Sorten und in der Züchtung. Fühlings landw. Ztg. 1907, S. 289.

8. Fruwirth, Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. Bd. IV, Berlin 1923.
9. Hess, Morphologische Untersuchungen an acht Hafersorten während des Wachstums und an der reifen Pflanze. Diss. Berlin 1927.
10. Käufer, Beitrag zur Morphologie und Systematik der Hafersorten. Diss. Berlin 1929.
11. Kleine, Die Anfälligkeit bzw. Widerstandsfähigkeit einzelner Hafersorten gegen den Befall durch *Oscinis frit* L. Zeitschrift für Schädlingsbekämpfung, 1. Jahrgang, 1923, S. 1—12.
12. —, Über die Abhängigkeit des Auftretens von *Oscinis Frit* von der Temperatur. Fortschr. d. Landw., 1. Jahrgang, 1926, S. 1—7.
13. Störmer und Kleine, Die Getreidefliegen mit besonderer Berücksichtigung ihrer wirtschaftlichen Bedeutung und der Abhängigkeit ihres Auftretens von den Witterungsverhältnissen. Fühlings landw. Ztg., 60. Jahrgang, 1911, S. 682—703.
14. Tornau, Göttinger Hafer I, II, III, IV. Diss. Göttingen 1911.
15. Uhlander, Die schwedische Pflanzenzüchtung in Svalöf; Journ. f. Landw., Bd. 54, 1906, S. 105—124.
16. Zade, Der Hafer. Jena 1918.

Über die Bildung von Eiweiß in den Pflanzen.

Von

Dr. Oscar Loew.

Professor an der Universität München.

Mit 7 Abbildungen.

I.

Die Grundlagen der Eiweißbildung.

Wenn man zu einer begründeten Vorstellung über die Bildung von Eiweiß in den Pflanzen gelangen will, so müssen vor allem die Erscheinungen beim Eiweißtransport und Eiweißstoffwechsel in Betracht gezogen werden. Auf diesem Gebiete hat besonders Ernst Schulze¹⁾ in Verbindung mit seinen Schülern, ferner Priianishnikow, Zaleski, Borodin, Merlis wichtige Tatsachen beobachtet.

Bei der Keimung der eiweißreichen Lupinensamen wurde festgestellt, daß die Menge der anfangs durch enzymatische Wirkung entstandenen Aminosäuren allmählich abnahm, während die Bil-

¹⁾ Landwirtschaftl. Jahrbücher Bd. 7; 9; 10; 17. — Berichte der Deutsch. Botan. Ges. Bd. 22. — Zeitschr. f. physiolog. Chemie Bd. 24.

dung von Asparagin in gleichem Maße zunahm und ferner, daß die im Dunklen entwickelten Keimpflanzen von *Lupinus luteus* nach 26 Tagen ein volles Drittel ihrer Trockensubstanz an Asparagin enthielten¹⁾).

Bei der Entwicklung von Knospen von *Fagus*, *Betula*, *Tilia*, *Populus*, *Vitis*, *Acer* und *Platanus* hat E. Schulze in Gemeinschaft mit Barbieri und mit Bosshart ebenfalls beträchtliche Asparaginbildung nachgewiesen, also beim Eiweißtransport aus dem Speichergewebe der Rinde.

Ein weiterer Fall von Eiweißtransport findet statt, wenn die reifenden Samen mit Reserveeiweiß aus den Blättern versorgt werden sollen. Das günstigste Material liefern wieder die eiweißreichen Leguminosen, bei denen die Samen in Hülsen eingebettet sind, die während des Reifungsprozesses die Samen mit Nährstoffen versorgen. Auch hier führt die Spaltung zunächst zu Aminosäuren, aus denen dann das Asparagin hervorgeht, das in den Hülsen reichlich angesammelt wird und nach Übergang in den Samen zum Eiweißaufbau dient²⁾).

Auch beim Eiweißtransport aus dem Rhizom zum wachsenden Sproß ist Asparagin¹⁾ als unmittelbares Aufbaumaterial für Eiweiß nachgewiesen worden und zwar von Shibata bei der Entwicklung von Bambusschößlingen.

Wenn es sich jedoch nicht um Wiederaufbau von Eiweiß beim Transport von Reserveeiweiß handelt, sondern um Bildung aus primären Nährstoffen, so kommen noch andere wesentliche Punkte in Betracht. Jene primären Nährstoffe sind Ammoniaksalze, bzw. Nitrate, Sulfate und bei grünen Pflanzen die von den Chloroplasten gelieferte Glukose.

Was nun die Aufnahme von Ammoniaksalzen aus dem Boden betrifft, so ist es von besonderem Interesse, daß das Ammoniak dieser Salze in der Pflanze sehr bald in Asparagin umgewandelt wird, wie einerseits U. Suzuki, andererseits Priianishnikow ge-

¹⁾ In gewissen Fällen ist das Asparagin von geringen Mengen des homologen Glutamins begleitet, wie E. Schulze bei 22 Pflanzenarten nachgewiesen hat.

²⁾ E. Schulze und E. Winterstein, Zeitschr. f. physiolog. Chemie Bd. 45, 413.

³⁾ Es sei hier bemerkt, daß das gewöhnliche Asparagin ein optisch linksdrehendes ist, daß aber auch ein rechtsdrehendes in kleiner Menge in Wickenkeimlingen aufgefunden worden ist, das auffallenderweise einen süßen Geschmack hat. Eine razemische Verbindung beider Isomeren konnte nicht erhalten werden.

zeigt haben. Wie bedeutend die Asparaginmenge dann selbst in solchen Pflanzen ansteigen kann, die für gewöhnlich nur sehr geringe Mengen davon enthalten, hat U. Suzuki in einem Versuch mit 15—20 cm hohen Weizenpflänzchen gezeigt, die im hellen Tageslicht 11 Tage in einer 0,1%igen Lösung von Chlorammonium verweilt hatten¹⁾. Aus 10 g Trockensubstanz wurden 0,51 g Asparagin in Kristallen erhalten.

Ammoniaksalze werden niemals in der Pflanze gespeichert, weil sie schädlich auf die lebenden Zellen wirken würden. Es wird deshalb durch die Überführung in Asparagin ein doppelter Zweck erreicht. Wenn Harnstoff oder Kalkstickstoff als Düngemittel verwendet werden, so handelt es sich ebenfalls um Ammoniak als Stickstoffquelle.

Wenn der Stickstoff in der Form von Nitraten aufgenommen wird, aber diese nicht sofort Verwendung finden können, so können sie in Wurzeln, Stengeln und Blättern längere Zeit unverändert verweilen. Bei der Verwendung zur Eiweißbildung erfahren sie jedoch eine Reduktion zu Ammoniak und zwar kann hier kaum ein anderes Reduktionsmittel in Betracht kommen als Glukose. Diese muß den Sauerstoff aus den Nitraten aufnehmen und Wasserstoff an den Stickstoff abgeben²⁾. Ich habe diesen Vorgang dadurch nachahmen können, daß ich kräftigen Platinmohr (mit Hilfe von Formaldehyd nach meiner Methode dargestellt) als katalytisches Material verwendete³⁾. Als 3 g Kaliumnitrat gelöst in 200 ccm Wasser mit 20 g Glukose und 110 g Platinmohr 6 Stunden lang auf 60—70° C erwärmt wurden, ergab die Analyse, daß 45,6% des Nitratstickstoffs zu Ammoniak reduziert waren⁴⁾.

Wenn für die Assimilation von Schwefel Sulfate aus dem Boden aufgenommen werden, so ist auch hier eine Reduktion und zwar bis zu Schwefelwasserstoff absolut nötig, denn das Schwefelatom im Eiweißmolekül ist nicht mehr mit Sauerstoff verbunden. Diese Reduktion verlangt weit mehr chemische Energie als die Reduktion von Nitraten zu Ammoniak. Es gelingt nicht, mit Platinmohr durch Glukose diese Reduktion von Sulfaten herbeizuführen, wohl

¹⁾ Bulletin College of Agrikulture, Tokyo, Bd. II, 1895.

²⁾ Die Glukose wird unter diesen Umständen in Säure umgewandelt, unter denen sich wahrscheinlich Oxalsäure befindet. Diese wird in der Regel als Calziumsalz unschädlich gemacht.

³⁾ Berichte d. Deutsch. Chem. Ges. Bd. 23 (1890), S. 678.

⁴⁾ Ibidem, S. 3125.

aber können Verbindungen von schwefliger Säure, z. B. mit Formaldehyd auf diese Weise eine Reduktion erfahren¹⁾. Der Schwefelgehalt des Albumins beträgt nur 1,8 % und ist trotzdem von außerordentlicher Wichtigkeit. — Es mag hier noch erwähnt werden, daß beim Eiweißtransport der Schwefel des zersetzten Reserve-eiweißes in der Form einer schwefelhaltigen Aminosäure, dem Cystin, befördert wird, aus welchem der Schwefel beim Wiederaufbau des Albumins entnommen werden kann. Teilweise kann auch hier der Schwefel als Sulfat wandern.

Was die Eiweißbildung bei den niederen Pilzen betrifft, so können hier nicht nur die Glukose, sondern sehr verschiedene andere organische Verbindungen als Kohlenstoffquelle dienen, die jedoch je nach ihrer Konstitution eine beträchtliche Verschiedenheit ihres Nährwertes ergeben. So sind die niederen Glieder der Reihe primärer Alkohole bessere Nährstoffe als die höheren. Bei der Reihe der einbasischen Fettsäuren ergibt sich, daß Essigsäure ein besserer Nährstoff ist als die höheren Homologe, Butter- oder Baldriansäure in der Form von Natronsalzen. In allen diesen Fällen jedoch wird die Nährfähigkeit beträchtlich erhöht, wenn Hydroxylgruppen in das Radikal der Verbindungen eintreten. So werden Glyzerin und Milchsäure fast ebenso gute Nährstoffe für aerobe Bakterien wie Glukose. Auch die Oxysäuren von mehrbasischen Säuren, wie die Weinsäure und Zitronensäure sind vorzügliche Nährstoffe für niedere Pilze. Es ist von besonderem Interesse, daß selbst das einfachste Glied in der Reihe der primären einwertigen Alkohole, der Methylalkohol, für viele aerobe Bakterien ein brauchbarer Nährstoff ist²⁾. Wenn eine Nährlösung bestehend aus

1 % Methylalkohol
0,1 % Kaliumnitrat
0,05 % Monokaliumphosphat
0,02 % Magnesiumsulfat

mit dem Staube der Luft infiziert, nach wenigen Tagen eine Trübung aufweist, die rasch unter Flockenbildung stärker wird, so rührt dies von der massenhaften Entwicklung von Bakterien her. Es hat also eine intensive Bildung von Eiweißstoffen stattgefunden. Nun ist der Methylalkohol für aerobe Bakterien zwar als solcher

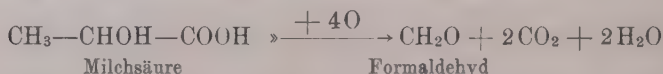
¹⁾ Berichte d. Deutsch. Chem. Ges. Bd. 23 (1890), S. 3125.

²⁾ Auch für Phanerogamen kann Methylalkohol als Nährstoff verwendet werden, dagegen sind die höheren Homologen, wie Butyl- und Amylalkohol untauglich und sogar giftig (Tsukamoto, Journ. Coll. Agriculture, Tokyo 1895).

ein gutes Respirations-Material, aber bei synthetischen Operationen durch Kondensation muß er in ein der chemischen Kondensation fähiges Derivat umgewandelt werden. Hier kann aber nur ein einziger Körper in Betracht kommen, nämlich der Formaldehyd, der durch mäßige Oxydation von Methylalkohol entsteht.

Der Formaldehyd bildet somit das Anfangsglied bei dem Eiweißaufbau. Dieses gilt natürlich auch, wenn andere Nährstoffe beim Bakterien-Wachstum verwendet werden, denn es ist nicht möglich, daß aus jedem verschiedenen Nährstoff ein anderes brauchbares Anfangsglied für die Eiweißbildung erzeugt werden könnte.

Aus anderen Nährstoffen werden von den Bakterien unbrauchbare Atomgruppen durch Abspaltung unter Oxydation weggeschafft, so daß der Formaldehyd resultieren oder leicht gebildet werden kann. So könnte bei Milchsäure als Nährstoff der Formaldehyd nach folgendem Schema erhalten werden:



Auch Glukose kann nicht als ganzes Material zum Eiweißaufbau dienen, auch hier muß zuerst Formaldehyd abgespalten werden, derselbe Körper, der zum Aufbau der Zuckerarten in den Pflanzen dient. Es ist von speziellem Interesse, daß Neuberg¹⁾ die Bildung von Formaldehyd aus Glukose sowohl bei Elektrolyse, als auch bei Oxydation derselben durch Wasserstoffsperoxyd bei Gegenwart von Ferrosulfat hat beobachten können.

Die Stickstoffassimilation der Bakterien kann nicht nur aus Ammoniaksalzen und Nitraten stattfinden, sondern auch aus Amiden und Aminosäuren, aus welchen die Aminogruppe als Ammoniak abgespalten werden kann. Der Schwefel kann sowohl aus Sulfaten als auch aus manchen organischen Schwefelverbindungen assimiliert werden. In günstigen Nährlösungen geht die Eiweißbildung mit überraschender Schnelligkeit vor sich, so daß sich ein Bakterium schon in 20 Minuten einmal teilen kann.

Der Vorgang der Eiweißbildung.

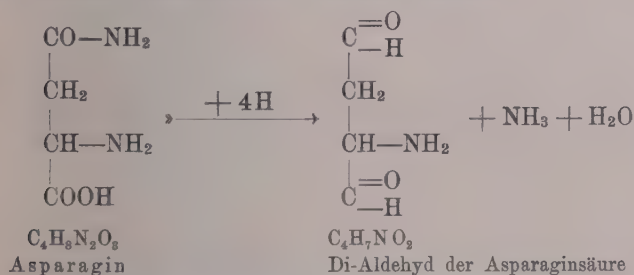
Die zur Eiweißbildung dienenden primären Grundlagen sind also: Formaldehyd, Ammoniak und Schwefelwasserstoff. Diese drei Verbindungen wirken bei Anhäufung schädlich, weshalb

¹⁾ Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. Bd. 35, S. 2627.

beim Eiweißaufbau ein solches Zusammenwirken stattfinden muß, daß sie nach ihrer Bildung im *Status nascens* sofort verbraucht werden.

Studien über den Eiweißtransport haben ferner ergeben, daß Asparagin in einem bestimmten Zusammenhang mit der Eiweißbildung steht.

Diese geht ohne Auftreten weiterer Produkte mit großer Schnelligkeit vor sich. Es muß unter diesen Bedingungen logisch gefolgert werden, daß hier nur ein chemischer Kondensationsvorgang zugrunde liegen kann. Da aber Asparagin als gesättigter Körper nicht zu Kondensationen dienen kann, muß es in das nächstliegende brauchbare Derivat umgewandelt werden. Dieses kann nur der Di-Aldehyd der Asparaginsäure sein, denn der Mono-Aldehyd ist hierzu aus chemischen Gründen nicht brauchbar. Jener Di-Aldehyd besitzt auch dasselbe Zahlenverhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoffatomen, wie es im Albumin nachgewiesen wurde, nämlich 4 : 1. Die Bildung dieses Di-Aldehyds aus Asparagin kann durch folgende Formulierung erläutert werden:

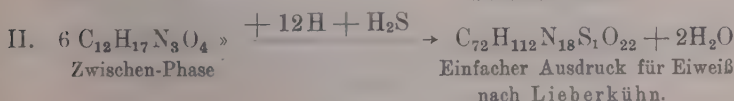


Der zu dieser Reduktion nötige Wasserstoff wird hier wahrscheinlich wieder von Glukose geliefert.

Der einfachste Formelausdruck für Albumin wurde aus zahlreichen Analysen von Lieberkühn abgeleitet:

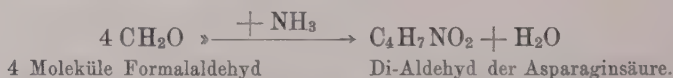


Während der Kondensation jenes Di-Aldehyds muß noch Wasserstoff und Schwefelwasserstoff aufgenommen werden. Am einfachsten läßt sich der Vorgang in zwei Phasen vorstellen: I Typus Aldol, II Typus Pinakon.



Es existieren manche Gründe, die dafür sprechen, daß die Lieberkühnsche Formel um das Zwei- bis Dreifache erhöht werden müßte¹⁾).

Wenn bei der primären Bildung von Eiweiß in den höheren Pflanzen Asparagin nicht zur Verfügung steht, sondern Nitrate als Stickstoffquelle, oder wenn niedere Pilze sich entwickeln bei deren Kultur nie Asparagin auftritt, so fragt es sich, wie in solchen Fällen der Di-Aldehyd der Asparaginsäure entstehen kann. Hier muß nun Formaldehyd als primäres Grundprinzip in Aktion treten. Diese Beziehung läßt sich am einfachsten durch folgendes Formelbild verständlich machen:



Der hier angedeutete Vorgang kann wie so viele andere chemische Leistungen der lebenden Zelle im chemischen Laboratorium nicht erreicht werden. Aus Formaldehyd und Ammoniak entsteht unter den gewöhnlichen Bedingungen in vitro bekanntlich das Hexamethylentetramin.

Die hier entwickelte Theorie der Eiweißbildung läßt zahlreiche stereochemische Isomeren sowie die Existenz chemisch-labiler Eiweiß-Modifikationen voraussehen.

II.

Ein Reserveeiweiß von chemisch-labiler Natur.

In der Epidermis von Blatt und Blattstiel und im Speichergewebe der Rinde mancher Pflanzen, gelegentlich auch in anderen Organen, enthalten die Vakuolen in ihrem Zellsaft einen großen oder mehrere kleine Tropfen oder rundliche Schollen (Proteosomen), welche die wichtigsten Reaktionen von Proteinkörpern geben, je-

¹⁾ Als aus den früheren Arbeiten von E. Schulze über den Eiweißstoffwechsel in Pflanzen eine wichtige Rolle des Asparagins immer klarer hervorging, hatte ich schon Anfang der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts den Schluß gezogen, daß das Eiweiß auf dem Wege der Kondensation aus dem Asparagin-Di-Aldehyd gebildet werden müßte. Es war mir eine besondere Genugtuung, daß E. Schulze diesbezüglich in einem Briefe an mich vom 27. März 1886 erklärte: „Ich möchte nicht unerwähnt lassen, daß es mir sehr plausibel erscheint, was Sie über Eiweißbildung sagen. Auch ich glaube, daß bei diesem Vorgang Kondensationen eine Rolle spielen müssen.“

doch eine so bedeutende Empfindlichkeit gegen gewisse chemische Einflüsse zeigen, daß man von einer chemisch-labilen Natur dieses Eiweißkörpers sprechen muß. Dieser Körper koagulierte zwischen 63° und 65° C, also bei nahezu derselben Temperatur wie manche Albumine. Aber schon die Tatsache, daß gewöhnliche Albumine sich niemals in Form von Tropfen ausscheiden, zeigt, daß eine wesentliche Verschiedenheit vorliegt.

Früher hatte ich in Gemeinschaft mit Th. Bokorny beobachtet, daß mittels verdünnter Koffeinelösung bei vielen Pflanzen ähnliche Tropfengebilde erhalten werden können, die ebenfalls die wichtigsten Eiweißreaktionen geben und sich als sehr labiler Eiweißkörper erwiesen haben¹⁾. Da jedoch diese Tropfen (die wir Koffein-Proteosomen nannten) eine Beimengung von gerbsaurem Koffein enthielten, war ich bemüht, für diesen labilen Eiweißkörper auch ohne Anwendung von Koffein eine gewisse Verbreitung nachzuweisen. Diese Bemühungen hatten mehr Erfolg, als ich anfangs zu hoffen gewagt hatte. Es hatte schon vorher eine Beobachtung ergeben, daß *Spirogyra majuscula*, eine Algenart, die in der Natur niemals spontane Proteosomenbildung in Tropfenform zeigt und nur mittels Anwendung von Koffein solche Tropfen liefert, durch mehrwöchentliche Züchtung in einer, die Eiweißbildung besonders begünstigenden Nährlösung spontane Bildung von Tropfen dieses Eiweißes im Zellsaft aufweist, woraus hervorgeht, daß bei einer gewissen Konzentration im Zellsaft dieser Eiweißkörper sich in Tropfenform ausscheidet. Jene Nährlösung, hergestellt mit Quellwasser, das Calziumbikarbonat enthielt, hatte folgende Zusammensetzung: KNO_3 0,05 %; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,03 %; MgSO_4 0,005 %; KH_2PO_4 0,002 %; FeSO_4 Spur. In einem Liter dieser Nährlösung wurden Fäden jener Alge in mäßiger Menge eingesetzt und in zerstreutem Tageslicht bei 15 – 18° C gehalten.

In folgenden Zeilen ist eine Anzahl meiner Beobachtungen beschrieben:

Bei *Iris interregna* enthält die weiße Blattbasis, die direkt auf dem Rhizom aufsitzt, in vielen Zellen je einen großen Tropfen, besonders in der Mittelrippe und am Rand. Beim Erwärmen auf dem Objektträger sieht man bei 63 – 65° C, daß der Tropfen plötzlich seine Form verliert und in ein kleines Klümpchen verwandelt

¹⁾ Loew, Die chemische Energie der lebenden Zellen, II. Aufl., 1906. Biochem. Zeitschr. 71, S. 306. — Daikuhara, Flora 1895 und Loew, ebenda. — O. Loew und Th. Bokorny, Flora, Bd. 102, 107, 109.

wird. Es scheint, daß bei diesem Koagulationsvorgang ein bedeutender Verlust an gebundenem Wasser stattfindet. Die Millons-Reaktion erhält man bei diesem Koagulum am besten, wenn man das Objekt mehrere Tage mit dem Reagens in Berührung läßt, damit das Reagens in genügender Menge in die Zellen eindringen kann. Dann ist die Rotfärbung schon ohne Erhitzung wahrnehmbar. Die Xanthoproteinreaktion und die Jodreaktion werden tadellos erhalten.

Alkohol von 90 % liefert momentan ein Koagulum, das besser in die Erscheinung tritt, nachdem der Alkohol durch Wasser verdrängt ist. Alkohol von 5 % bringt nach einigen Tagen eine vollständige Koagulation hervor, die innerhalb des kontrahierten Zytoplasmas leicht zu erkennen ist.

Legt man ein Stück der Epidermis in Wasser unter das Deckglas und läßt von der Seite her etwas Äther zufließen, so tritt eine sofortige Koagulation der Tropfen ein. In Wasser, das mit Chloroform oder Azetessigester gesättigt ist, zeigen die Tropfen nach einer Stunde die gleiche Schrumpfung zu einem unscheinbaren Klümpchen.

Wird ein Stück der tropfenhaltigen Epidermis in bloßes Wasser eingelegt, so ist selbst nach 10 Tagen gar keine Veränderung der Tropfen wahrzunehmen. Wird aber dem Wasser ein Jodkristall beigelegt, so daß sich eine gesättigte Jodlösung bilden kann, die eine Konzentration von 1 : 7000 hat, so zeigt sich schon nach 24 Stunden, daß die Rundung der Tropfen Unregelmäßigkeiten zeigt, was auf ein Festwerden der Tropfen hindeutet. Es tritt eine braungelbe Färbung ein und allmählich fortschreitende Schrumpfung. Gegen verdünnte Salzsäure ist dieses Produkt weit beständiger als die ursprünglichen Tropfen.

Eine hochverdünnte Jodjodkaliumlösung bringt nach 2 Stunden eine bedeutende Vakuolisierung der Tropfen hervor. Der Umstand, daß hier keine Schrumpfung von außen nach innen stattfindet, sondern die Koagulation scheinbar von innen nach außen fortschreitet, ist jedenfalls so zu deuten, daß die Peripherie momentan erhärtet.

Von besonderem Interesse ist, daß hochverdünntes Ammoniak sich anders gegen die Tropfen verhält als die fixen Alkalien: Während letztere in 0,01 % iger Lösung in 5 Stunden die Tropfen gar nicht verändern, wirkt eine ebenso starke Ammoniaklösung in derselben Zeit energisch ein, denn die Tropfen sind unter

Trübwerden erstarrt. Diese Trübung erwies sich bei sehr starker Vergrößerung als eine Anhäufung von minutiösen Hohlräumen. — Freies Hydroxylamin 0,5 %, ferner Hydrazin von 0,2 % führen zum baldigen Tode der Zellen und zur Koagulation der Tropfen.

Essigsäure von 10 % verwandelt die Tropfen sehr bald in eine Hohlkugel, was unter dem Mikroskop schön verfolgt werden kann. — Die verschiedensten Gifte (wie Formaldehyd, Karbolsäure, Blausäure), die den Tod der Zellen herbeiführen, bedingen auch zugleich oder etwas später die Koagulation der Proteosomen.

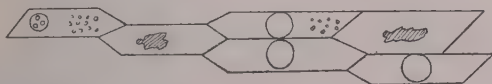


Abb. 1. Zellen vom Rande der weißen Blattbasis von *Iris interregna* nahe dem Rhizom, 14. Oktober. Die Proteosomen sind teilweise vakuolisiert, teilweise in formlose Koagula verwandelt.



Abb. 2. Epidermis der weißen Blattbasis von *Iris interregna*, Randzellen am 16. Juli. Proteosomen in allen Stadien der Vakuolisierung resp. Koagulation.

Es gelingt leider nicht, diesen labilen Eiweißkörper behufs makrochemischer Versuche aus den Zellen zu extrahieren, denn jede Verletzung der Zellen, die zum Tode derselben führt, führt auch bald zur Koagulation der Proteosomen. Wenn man ein Stück Epidermis entzwei schneidet und sofort unter dem Mikroskop die angeschnittenen Zellen beobachtet, so kann man schon nach 5 Minuten beobachten, daß die Rundung der Proteosomen allmählich verloren geht, worauf eine Trübung und Schrumpfung eintritt. Ob hier auch der Verlust des Zellsafts eine Rolle spielt, will ich nicht entscheiden. — Auch ein Druck auf die Zellen, der diese tötet, führt bald darauf zur Koagulation der darin vorhandenen Proteosomen.

Bei *Iris germanica* ist die weiße Blattbasis von geringerer Breite als bei *Iris interregna*. Die Tropfengebilde liegen auch hier hauptsächlich in der Mittelrippe und in den Zellreihen nahe am Rand. Man kann hier Mitte Mai beobachten, daß die Tropfen zum

größten Teil in eine amorphe flockige Masse verwandelt worden sind, um nach Spaltung und Transport dem Wachstum der Pflanze zu dienen. Bei *Iris nana* kann man auch im Juli in den Randzellen der weißen Blattbasis die Tropfen in vielen Zellen beobachten.

Paeonia albiflora: Diese Pflanze ist besonders bemerkenswert durch die reichliche Speicherung von labilem Eiweiß. Nicht nur die Epidermis des Stengels, sondern auch die nächsten drei, unter

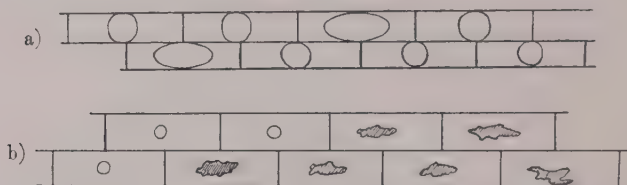


Abb. 3. Weiße Blattbasis von *Iris germanica*, 6. Mai.

a) Epidermis nahe dem Hauptnerv. Jede Zelle enthält einen großen, glänzenden klaren Tropfen von labilem Eiweiß.

b) Zellen vom Blatttrand in derselben Distanz von der Wurzel. Die Mehrheit der Zellen enthält nur koaguliertes Eiweiß, andere Zellen enthalten zur selben Zeit nur kleine Tropfengebilde in der Epidermis. Am 12. Juni wurden an denselben Stellen einer Nachbarpflanze weder Tropfen noch Koagula beobachtet.



Abb. 4. Stengelbasis-Epidermis eines 55 cm hohen Sprosses von *Paeonia alba*, Randzellen am 9. Mai. Trotz der Jugend der Pflanze zeigt sich eine Überproduktion von labilem Eiweiß in Tropfen- und Schollenform. In einigen Zellen ist Koagulation der Proteosomen eingetreten.

derselben liegenden Zellschichten enthalten „Proteosomen“, in der Form von rundlichen, lichtbrechenden, halbflüssigen Schollen, die hier und da zu Tropfen abgerundet sind und sich in jeder Beziehung wie die bei *Iris* beschriebenen Gebilde verhalten. Von Interesse ist, daß Anfang Mai Sprossen von kaum 20 cm Höhe rundliche Eiweißschollen in der Rinde enthalten können. Diese wandelten sich auffallend rasch spontan in feste Hohlkugeln um, in Proben, die zur Beobachtung kamen.

In der vollentwickelten Pflanze kommt nicht nur labiles Eiweiß in Form der Proteosomen vor, sondern auch in Lösung in

fast allen Epidermisgebilden. *Casado de la Fuente* hat mit Hilfe der Koffeinreaktion das gespeicherte labile Eiweiß auch in der Epidermis der Wurzel, der Laubblätter, der Kelch- und Blütenblätter, der Staubfäden und sogar in den Haaren der Fruchtepidermis nachweisen können. Diese Resultate mit zahlreichen Abbildungen wurden in den „Beiheften zum Botanisch. Centralblatt“, Bd. 39, veröffentlicht.

Mimosa pudica, *M. sensitiva* und *M. Spegazinii* enthalten in der Rindenepidermis Proteosomen in Schollen- und Tropfenform. Ebenso *Neptunia plena* und *Calliandra tetragona*. Bei letzterer herrscht die Tropfenform über die Schollenform vor.

Bei Sträuchern und Bäumen kann man im Sommer öfters bis Anfang September eine Ansammlung von labilem Eiweiß in den Epidermiszellen der Blätter und besonders der Blattstiele beobachten; gegen Ende September aber und im Oktober sind diese lichtbrechenden Gebilde zu einer formlosen Masse geschrumpft, weil der Transport von Eiweiß zum Stamm in erhöhtem Maße vor sich geht, um bis zum Frühjahr gespeichert zu werden. Das Koagulum wird zu Aminosäuren umgewandelt, aus denen im Stamm nach Spaltung und Oxydation derselben der Aufbau zu neuem labilen Eiweiß beginnt, eventuell unter intermediärer Bildung von Asparagin. Um die Bildung von Aminosäuren nachzuweisen, kann man Ninhydrin (Triketohydrindenhydrat)¹⁾ auf die jenes Koagulum enthaltenden Zellen wirken lassen. Ich habe in einem Falle in der Tat die charakteristische blaue Reaktion erhalten, jedoch nicht immer. Sie gelang nicht, als ich Mitte Dezember bei der Blattbasis von *Iris* den Versuch wiederholte. Es muß hier noch speziell erwähnt werden, daß Asparagin jene blaue Reaktion nicht gibt, weil es nicht eine reine Aminosäure ist, sondern das Amid einer Aminosäure. Es gibt mit jenem Reagens nur eine rötlich-gelbe Färbung, die wenig prägnant ist.

Rosa centifolia. Hier enthielt die Blattstiel-Epidermis im Sommer bis zum September Proteosomen. Jedoch schon am 24. September waren sie sämtlich in ein unförmliches Koagulum verwandelt. Im Speichergewebe der Rinde enthielt andererseits zur selben Zeit die subepidermiale Zellschicht der Rinde in jeder Zelle einen großen Proteosomentropfen. Bei *Rosa canina* und *Prunus avis* waren die gleichen Erscheinungen zu sehen.

¹⁾ Über diese Reaktion siehe O. Loew, Flora, Neue Folge X (1918).

Bei *Ulmus campestris*, *Akazia spadicigera* sowie *Acer campestre* lagen die Verhältnisse ähnlich wie bei *Rosa*. Bei *Acer* war Ende Oktober die Koagulation der Proteosomen in allen Zellen vollendet und die verschiedenen Stadien der Koagulation in besonders klarer Weise zu erkennen.



Abb. 5. Blattstiel-Epidermis von *Rosa centifolia* (Varietät: Weiße Rose), Proteosomen teils von verschiedener Größe, teils koaguliert, 24. September.



Abb. 6. Blattstiel-Epidermis von *Acer campestre*. Am 15. September. In jeder Zelle ein Tropfen oder Scholle von labilem Eiweiß. Nirgends Anzeichen von Koagulation.



Dasselbe Objekt am 3. November. Sämtliche Proteosomen in verschiedenen Stadien der Koagulation.

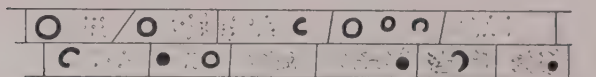


Abb. 7. Blattstiel-Epidermis subepidermale Zellen von *Ulmus campestris* am 10. Oktober. Das Blatt war schon zur Hälfte abgestorben.

Ein besonderer Fall wurde bei Albinoblättern von der Spitze eines sonst normalen Zweiges von *Acer campestre* beobachtet. Diese Albinoblätter besaßen nur hier und da einige Streifen grünes Gewebe entlang dem Hauptnerv. Während die benachbarten grünen Blätter zahlreiche Kristalle von Kalziumoxalat in den Gefäßbündeln zeigten, waren keinerlei Gebilde aus labilem Eiweiß vorhanden: im Gegensatz hierzu waren die Albinoblätter frei von Oxalatkristallen, aber in der Epidermiszellen große Tropfen enthalten, die sich als Proteosomen erwiesen.

Bei *Betula alba*, *Alnus*, *Salix* und *Quercus* wurden im Dezember im Speichergewebe der Rinde reichlich Proteosomen beobachtet und die entsprechenden wichtigen Reaktionen wie bei *Iris* erhalten.

Auf das Vorkommen von Proteosomen in der Trichome bei *Myriophyllum*¹⁾ und in den Tentakeln von *Drosera*²⁾ sei hier nur hingewiesen; jedoch sei erwähnt, daß in beiden Fällen die übrigen Zellen der Blätter bei der Einwirkung von Koffein ebenfalls Proteosomen lieferten; es war also in den übrigen Zellen das labile Eiweiß in größerer Verdünnung ebenfalls vorhanden.

Ich möchte hier noch auf eine Beobachtung von Peters hinweisen, die genauere Untersuchungen verdienen würde, da es sich möglicherweise bei derselben um eine Ansammlung von labilem Albumin handeln kann. Peters hat nämlich gefunden (Botan. Centralbl. 48, S. 181), daß die Bildung von Proteinkristalloiden bei *Carex* und *Sparganeum* in der Mitte einer tropfenartigen Ansammlung eines Proteinkörpers beginnt.

Wenn bei einjährigen Pflanzen bei raschem Wachstum das erzeugte labile Albumin ebenso rasch verbraucht wird, als es sich bildet, kann Proteosomenbildung nicht erwartet werden. Das scheint der Fall zu sein z. B. bei den Sprossen der gewöhnlichen Getreidearten und der kultivierten Leguminosen sowie rasch wachsenden Sträuchern.

Bei mehrjährigen Pflanzen ist ferner die Möglichkeit noch in Betracht zu ziehen, daß aus dem primär entstandenen labilen Albumin eine lösliche Modifikation der stabilen Umlagerungsform erzeugt wird, bei welcher die charakteristischen Reaktionen der labilen Form natürlich nicht mehr erhalten werden. Was die Speicherung von Albumin und anderen Proteinstoffen in den Samen betrifft, so muß logisch gefolgert werden, daß diese stabilen Formen durch Umlagerung aus der zuerst gebildeten labilen Modifikation hervorgegangen sind. Eingehende Untersuchungen der Proteinmassen in verschiedenen Zeiten vor der Samenreife wären nötig, um hier Aufklärung zu schaffen. —

Wenn man die Eiweißbildungsvorgänge in den verschiedenen Teilen der Pflanzen betrachtet, so muß man zu dem Schluß kommen, daß die Eiweißbildung im Samen aus den von den

¹⁾ E. Janson, Flora 116 (1918).

²⁾ E. Janson, Beihefte z. Botan. Centralblatt, 1919.

Blättern zugeführten Aminosäuren im Anfang etwas anders verläuft als in Blättern und Wurzeln. Dort handelt es sich um Assimilation von Stickstoff und Schwefel aus den zugeführten Aminosäuren, während hier die Assimilation von Schwefel durch Reduktion von Sulfaten vor sich geht und die Assimilation von Stickstoff entweder durch Reduktion von Nitraten oder aus Ammoniaksalzen.

Der Ausdruck „Labiles Eiweiß“ darf nicht mit „Lebendem Eiweiß“ verwechselt werden. Letzterer Ausdruck, den einige Autoren benutzt haben, kann nichts anderes bedeuten, als „Lebendes Protoplasma“ und sollte gänzlich vermieden werden, um irrige Auffassungen nicht aufkommen zu lassen. Einzelne Moleküle können wohl labiler Natur sein, aber niemals leben; denn Lebenserscheinungen sind stets Funktionen von Apparaten, aufgebaut aus zahllosen labilen Eiweißmolekülen. Weiteres hierüber in der Zeitschrift „Protoplasma“, Bd. XI, 1930, „Über die Natur der Eiweißkörper in lebenden Zellen“.

Zusammenfassung.

Die Bildung von Albumin in Pflanzenzellen geht bei Anwesenheit der nötigen Bedingungen so rasch vor sich, daß Zwischenprodukte nicht beobachtet werden konnten. Nur bei dem so einfach konstituierten Asparagin-Molekül besteht eine gewisse Beziehung zum hochmolekularen Albumin-Molekül. Bei einer solchen Sachlage muß auf einen weitreichenden Kondensationsprozeß geschlossen werden, der auf einen Körper zurückgeführt werden muß, welcher zum Asparagin in naher Beziehung steht und dieselbe Verhältniszahl zwischen Kohlenstoff- und Stickstoffatomen besitzt wie das Albumin selbst, nämlich 4 : 1. Diesen Bedingungen entspricht der Di-Aldehyd der Asparaginsäure. Der Monoaldehyd kommt aus gewissen Gründen nicht in Frage. Jedoch muß bei diesem Kondensationsvorgang auch Wasserstoff und Schwefelwasserstoff aufgenommen werden, wie oben in den Formeln bereits angedeutet wurde.

Wenn der Kondensationsprozeß so verläuft, daß in dem Endprodukt Albumin noch eine Anzahl von Aldehydgruppen und Aminogruppen erhalten ist, so muß ein chemisch labiles Albumin resultieren.

Ein Albumin von bedeutender chemischer Labilität kann in der Tat als Reservestoff in manchen Pflanzen ohne Mithilfe von

irgend einem Reagens sichtbar werden, indem es sich in der Form von Tropfen aus dem Zellsaft bei einer gewissen Konzentration ausscheidet.

Schon durch diese Fähigkeit, sich in Tropfenform auszuscheiden, unterscheidet sich dieses Reserveeiweiß als verschieden von dem gewöhnlichen wasserlöslichen Albumin. Das chemische Verhalten wurde oben ausführlich beschrieben. Wenn es darauf ankommt, ein Tropfengebilde auf labiles Eiweiß zu untersuchen, so erhitzt man zunächst das Objekt auf 63°C und beobachtet die Koagulation der Tropfengebilde, mit denen man die Millonsche Reaktion ausführt; eine andere Probe lege man in etwa 50 ccm einer Ammoniaklösung von 1 : 10000 und beobachte nach einigen Stunden, ev. später, die entstandene Trübung und das Festwerden der Tropfen. Einen anderen Schnitt behandle man mit hochverdünntem Jodjodkalium und beobachte die Vakuolisierung der Tropfen und das schließliche Zusammenfallen der entstandenen Hohlkugel. Eine weitere Probe lasse man 24 Stunden in einer wäßrigen gesättigten Auflösung von freiem Jod (1 : 7000) und beobachte nach 24 Stunden sowohl wie später die eingetretene Veränderung. Einige weitere Schnitte schneide man entzwei und beobachte sofort die angeschnittenen Zellen, in denen sich die Tropfen ausgeschieden hatten; die allmähliche Schrumpfung der Tropfen ist sehr instruktiv.

Im allgemeinen läßt sich schließen, daß jede Ursache, die das Protoplasma tötet, seien es Gifte oder mechanische Verletzungen, auch das labile Reservealbumin zur Koagulation bringt.

III.

Über chemische Labilität und chemische Energie.

In den folgenden Zeilen sollen einige Prinzipien der theoretischen Chemie zur Erörterung kommen, die zum Verständnis der labilen Eiweißform und des Wesens der chemischen Leistungen in lebenden Zellen beitragen können.

Chemische Labilität kann in zwei verschiedenen Formen in organischen Verbindungen vorhanden sein. In dem einen Fall handelt es sich um einen Spannungszustand, der durch einen geringen Anlaß unter Explosion zur Auslösung kommen kann. Durch solche Spannungs-Labilität sind z. B. Nitroglyzerin, Nitrozellulose, Knallsäure, Äthylperchlorat charakterisiert.

Im andern Fall handelt es sich um einen kinetischen Zustand gewisser locker gebundener Atome in einem Molekül, der leicht zu chemischen Veränderungen in dem Molekül führen kann. Die labil gestellten Atome werden durch thermische Energie schon bei gewöhnlicher Temperatur zu bedeutenden Schwingungs-Amplituden veranlaßt, die als chemische Energie von der nahe verwandten thermischen Energie zu unterscheiden sind. Sie führt u. a. zu Polymerisationen, Kondensationen, Umlagerungen in den Molekülen und zu besonderer Fähigkeit mit gewissen Körpern leicht in Reaktion zu treten, worunter auch die Neigung zu Autoxydation in gewissen Fällen besonders hervortreten kann. Sie kann ferner bei Übertragung an gewisse andere Stoffe diese zu chemischen Veränderungen bringen oder mit anderen Worten katalytische Wirkungen ausüben.

Das Verhalten von Atomen in labiler sehr reagierfähiger Stellung wird leicht verständlich, wenn wir die Schwingungsvolumina derselben mit den Zuständen von Atomen in fest gebundener Form vergleichen. So ist von Kopp das Volumen des Sauerstoffatoms in der Aldehydgruppe zu 12, in der Hydroxylgruppe aber zu 7 bestimmt worden. Nach Traube ist dieses Verhältnis 5,2 : 2,3. In der labilen Cyangruppe $\text{—C}\equiv\text{N}$ beträgt nach Kopp das Volumen des Stickstoffs 17, dagegen in der nicht labilen Aminogruppe nur 2. Nach Traube 9,1 und 1,5.

Das Prinzip der lockeren labilen Bindung läßt sich an der Aldehydgruppe auf folgende Weise verständlich machen: Hier ist ein Atom Sauerstoff mit zwei Valenzen an ein Kohlenstoffatom gebunden, neben einem Atom Wasserstoff, so daß hier zwei einander widerstrebende Affinitäten ins Spiel kommen, nämlich die Affinität von Sauerstoff zu Wasserstoff und die von Kohlenstoff zu Wasserstoff, so daß das Wasserstoffatom sich in steten Oszillationen zwischen Sauerstoff und Kohlenstoff befindet, wie durch folgende Formeln veranschaulicht werden kann:



Die freiwerdenden Valenzen des Kohlenstoffs in der Formel II reißen immer wieder das Wasserstoffatom aus der Hydroxylgruppe an sich: jedoch ist es hier ein wichtiger Umstand, der diese

Oszillationen aufrecht erhält, nämlich die bedeutende Änderung des Schwingungsvolums des Karbonylsauerstoffs beim Übergang zur Hydroxylform und zurück.

Der Labilitätsgrad eines Aldehyds wird einerseits abgeschwächt durch den Eintritt einer elektronegativen Gruppe wie Hydroxyl in das Molekül, z. B. bei Glukose, andererseits wird die Labilität gesteigert durch den Eintritt einer elektropositiven Aminogruppe. Auch der Eintritt einer zweiten Aldehydgruppe steigert die Labilität. — Der Aminoacetaldehyd verändert sich bald nach der Freisetzung aus der Salzform in eine nicht mehr reduzierend wirkende Gallerte (E. Fischer). Neuberg beobachtete nach Zusatz von Natronlauge eine Braunfärbung der Flüssigkeit und Ausscheidung brauner Klumpen von derselben empirischen Zusammensetzung wie beim ursprünglichen Aminoaldehyd. Es handelt sich also hier um eine Umlagerung zu einer isomeren oder noch wahrscheinlicher polymeren stabilen Form. Nach Wohl ist der β -Aminopropionsäure-Aldehyd nur in Salzform beständig, aber in freiem Zustand verändert er sich rasch unter Bildung eines flockigen Niederschlages. Ähnlich unbeständig ist auch das Diamino-Aceton von Rügheimer und Mischel.

Der Di-Aldehyd der Glutarsäure verändert sich schon durch Spuren von Wasser in eine zähflüssige polymere Form, die durch Kochen mit Wasser in ein harziges Produkt übergeht, ähnlich verhalten sich die Di-Aldehyde von Bernsteinsäure und Korksäure (Harries). — Der Di-Aldehyd der Maleinsäure verändert sich schon bei Null Grad, rascher bei Zimmertemperatur zu einer Reihe von Polymerisations-Produkten (Wohl). Aldehyde mit mehr als zwei Aldehydgruppen sind bis jetzt nicht bekannt geworden.

Auch manche Körper mit doppelten Bindungen sind sehr reaktionsfähig. Ein spezieller Fall von auffallender Umlagerung eines solchen Körpers wurde von Willstätter beobachtet. Das Cyklo-Octadien existiert in zwei isomeren Formen; die labile Form mit unangenehmem Geruch, lagert sich explosionsartig um zu einer stabilen Form mit angenehmem Geruch.

Zur Umlagerung besonders geneigt ist die Cyangruppe. Die flüssige Cyansäure lagert sich kurz nach ihrer Darstellung schon wenig über Null Grad unter heftigem Aufkochen um in das feste polymere Cyamelid. Das Cyanaceton wird beim Erwärmen unter heftiger Reaktion polymerisiert (Glaisen). Cyansäureester lagern sich sehr leicht um zu iso-Cyansäureestern. Das cyansaure Am-

moniak lagert sich bekanntlich leicht zu Harnstoff um, wie Wöhler vor mehr als hundert Jahren beobachtet hat.



In der Regel ist es nicht möglich, das Umlagerungsprodukt in das ursprüngliche labile Produkt wieder zurückzuverwandeln. In einigen Fällen¹⁾ ist festgestellt worden, daß mit Hilfe ultravioletter Strahlen der ursprüngliche labile Körper aus dem Umlagerungsprodukt wieder zurückgebildet werden kann.

Sehr verschieden von den gewöhnlichen Umlagerungen ist der höchst interessante Fall der desmotropen Isomeren: Wenn ein Körper ohne Verlust seiner Labilität sich zu einem anderen labilen Körper umlagern und das Umlagerungsprodukt ebenso leicht wieder in die ursprüngliche Verbindung zurückgeführt werden kann. In den bis jetzt beobachteten Fällen handelt es sich wesentlich um die Keto-Enol-Isomerie. Die Enolform wird durch Alkalien begünstigt.



Es ist wohl möglich, daß ähnliche Fälle in der chemischen Physiologie vorkommen, die noch nicht aufgeklärt worden sind. So berichten Morgenrot und Pane²⁾, daß Haemolysin sowie Neurotoxin des Kobragiftes in saurer Lösung unwirksam sind und beim Neutralisieren der Säure wieder langsam in die wirksame Form zurückkehren. In ganz gleicher Weise verhalten sich nach Doerr³⁾ das Dysenteriegift und das Diphteriegift. Fodor⁴⁾ beobachtete eine bedeutende Steigerung der bakterientötenden Wirkung des Blutes durch Steigerung der alkalischen Reaktion mit Natriumkarbonat oder Dinatriumphosphat.

Es scheint der Prüfung wert zu sein, ob nicht die günstige Wirkung des Co-Enzyms auf die Wirksamkeit der Zymase auf ähnliche Verhältnisse zurückzuführen ist.

¹⁾ Stoermer, Berichte der Deutschen Chem. Gesellschaft, **42**, S. 4865 und **44**, S. 637.

²⁾ Biochem. Zeitschr. 1906, S. 354.

³⁾ Wiener Klin. Wochschr. 1907, S. 2.

⁴⁾ Zentralbl. f. Bakteriologie Bd. VIII, S. 753.

Katalytische Wirkungen.

Wird Thioharnstoff mit einer alkoholischen Lösung von Äthyl-
nitrit übergossen, so wird er sofort zu Rhodanammonium um-
gelagert (Klaus). Methylisocyanat wird durch Berührung mit
sehr wenig Triäthylphosphin augenblicklich und unter starker Er-
wärmung in ein polymeres Produkt umgewandelt (A. W. Hoffmann).
Während Blausäure sich mit Chlorwasserstoff gewöhnlich nur unter
Druck bei höherer Temperatur verbindet, wird bei Gegenwart von
Ätherarten eine Verbindung beider schon bei -10° erreicht (Claisen
und Mathews). Cyangas wird von Äthylaldehyd in übriger
Lösung zu Oxamid unter Aufnahme von Wasser umgewandelt
(Liebig).

Auch bei der Wirkung von Enzymen dürfte es sich wesent-
lich um Übertragung von chemischer Energie aus labilen Atom-
gruppen handeln¹⁾. Das umfangreiche und schwierige Kapitel der
Enzyme gibt viele Rätsel zu lösen auf.

Autoxydation.

Durch die Fähigkeit sich mit dem sonst indifferenten mole-
kularen Sauerstoff der Luft zu oxydieren zeichnen sich gewisse
Körper aus. Aldehyde werden so zu Säuren, Indigweiß zu Indig-
blau, Oxindol zu Isatin, Anthrahydrochinon zu Anthrachinon, Hy-
drazobenzol zu Azobenzol, Pyrogallol wird bei Gegenwart von
Alkali zum Autoxydator. — Ein sehr interessanter Fall ist es,
daß das Monobromacetylen sich an der Luft von selbst entzündet,
indem sich der Wasserstoff mit dem Brom zu Bromwasserstoff
verbunden absplaltet und nun zwei Atome Kohlenstoff freiwerden,
die sich dann entzünden. Die Kohlenstoffatome haben hier offen-
bar nicht genügend Zeit, um sich zu schwarzem Kohlenpulver zu
polymerisieren:



Von der direkten Autoxydation ist zu unterscheiden die in-
duzierte Autoxydation, die eintreten kann, wenn gewisse Stoffe
erst durch die Übertragung von chemischer Energie in so lebhafte
Atombewegung versetzt werden, daß sie zu Autoxydatoren werden.

¹⁾ Hierüber siehe auch O. Loew, Zur Theorie der Enzymwirkung, Bio-
chem. Zeitschr. Bd. 31, S. 159 (1911).

Dieser Fall tritt ein, wenn Zucker und Fette beim Kontakt mit lebenden Protoplasma vollständig verbrannt werden.

Es ist eine Regel, daß bei Autoxydationen Wasserstoffsuperoxyd als Nebenprodukt auftritt, welches infolge seiner chemischen Natur das Protoplasma selbst oxydativ angreift. Es ist deshalb von ganz besonderem Wert, daß das Protoplasma sich gegen diese Giftwirkung schützt, indem es ein Enzym produziert, welches das Wasserstoffsuperoxyd selbst noch bei sehr großer Verdünnung desselben zersetzt in O_2 und H_2O . Es ist die Katalase¹⁾. Der hierbei gebildete molekulare Sauerstoff wird natürlich sofort wieder zur Respiration verwendet; die Katalase erfüllt daher zwei nützliche Funktionen auf einmal.

Der Di-Aldehyd der Asparaginsäure.

Dieser Di-Aldehyd ist zugleich ein Aminoaldehyd und vereinigt daher in seinem Molekül sowohl die große Labilität der Di-Aldehyde, als auch die der Aminoaldehyde. Seine Struktur wird durch folgende Formel veranschaulicht:



Es ist vor nunmehr drei Jahren Professor A. Wohl²⁾ gelungen, diesen Aldehyd zu gewinnen. Er ist aber in freiem Zustande so unbeständig, daß er nach Freisetzung aus seiner salzsauren Verbindung schon nach einigen Stunden dickflüssig, opalisierend und trübe wird und nach 12 Stunden in voluminöse Flocken einer braunen, gelatinösen Masse verwandelt ist.

Wenn jedoch die Aminogruppe durch Bindung an eine Säure an Reagierfähigkeit abnimmt, so gehen die spontanen Veränderungen in anderer Richtung vor sich. Wie Wohl beobachtet hat, wird nach Zusatz von Oxalsäure die Lösung des Asparagin-Di-Aldehyds

¹⁾ O. Loew, Catalase, a new Enzyme of general occurrence. U. S. Department of Agriculture, Washington 1901.

²⁾ A. Wohl und E. Bernreuther, Über Derivate des Asparagin-Di-Aldehyds. Justus Liebigs Annalen der Chemie, **481**, S. 1 (1930).

allmählich schwarz und scheidet dann schwarze Flocken aus. Wahrscheinlich tritt hier anfangs eine Aldehydgruppe mit der CH_2 -Gruppe anstatt mit der NH_2 -Gruppe in Reaktion, worauf weitere Veränderungen folgen, da zwei Aldehydgruppen in je einem Molekül enthalten sind. Diese schwarzen Produkte dürften durch geeignete Reduktionsmittel verhindert werden, und so Derivate von Interesse resultieren.

Diese spontanen Veränderungen des Asparagin-Di-Aldehyds sind sehr verschieden von denjenigen, die bei der Eiweißbildung im Zellkern, dem speziellen Ort des Albuminaufbaus, vor sich gehen. Selbst nach Aufnahme von Wasserstoff und von Schwefel resultiert noch ein hoher Labilitätsgrad in dem gebildeten Eiweiß.

Der Zellkern ist eine nach unbekannten Gesetzen mit Nucleoproteiden aufgebaute Maschinerie. Die als Baumaterial dienende labile Proteinsubstanz¹⁾ ist mit Nukleinsäure verbunden und enthält Kalzium in so wichtiger Bindung, daß der Zellkern abstirbt, wenn das Kalzium durch kalkfällende Salze entzogen wird²⁾. Es läßt sich also wohl schließen, daß einerseits durch jene Bindung des labilen Proteins an Nukleinsäure ein gewisser Grad von chemischer Haltbarkeit, andererseits durch die Kalziumverbindung der Nukleoproteide die Festigkeit der Maschinerie des Zellkerns bedingt wird. Es folgt daraus, daß eine Abnahme dieses normalen Kalziumgehalts schädigend auf die Funktionsfähigkeit der Zellen wirkt. Auf dieser Erkenntnis fußend, hat sich seit 1916 die Kalziumtherapie der Neuzeit entwickelt.

Die lebende Zellkern-Maschinerie, ihre prompte Arbeitsweise und ihre mannigfachen Leistungen müssen stets wieder von neuem Bewunderung und Staunen hervorrufen. —

¹⁾ O. Loew, Über das Verhalten des Zellkerns zu verschiedenen Giften. Biochem. Zeitschr. 1916.

²⁾ O. Loew, Die physiologische Rolle des Calciums. Verlag Gebr. Borntraeger, Berlin. (Separatdruck aus dieser Zeitschrift, Bd. 14.)

Versuche mit ölhaltigem Einwickelpapier zur Verhütung von Kaltlagerungskrankheiten bei Äpfeln.

Von

Dr. J. Kochs.

Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau Berlin-Dahlem.

Mit 3 Abbildungen.

Einleitung.

Mehr und mehr setzt sich auch im Gartenbau die Ansicht durch, daß wir in der Kaltlagerung ein wichtiges Hilfsmittel haben, um unsere leicht vergänglichen Erzeugnisse vor dem schnellen Verderb zu schützen, und um andererseits durch zielbewußte Zurückhaltung der Ware die Märkte vor verderbenbringenden Preisschwankungen, an denen weder Erzeuger, noch Händler oder Verbraucher ein besonderes Interesse haben, zu bewahren. In Anbetracht der Wichtigkeit der Kaltlagerung sowohl im Berufs- als auch im volkswirtschaftlichen Interesse sind dann auch, wie aus dem „Bericht über die Kaltlagerung von Obst und Gemüse“ ersichtlich, auf Veranlassung des Reichsverbandes des deutschen Gartenbaues e. V., Berlin, Kaltlagerungsversuche im Kältetechnischen Institut der Technischen Hochschule in Karlsruhe i. B. ausgeführt worden. Die Versuche, die sich auf alle wichtigen Obst- und Gemüsearten erstreckten, haben für spätere in größerem Ausmaß vorzunehmende Versuche überaus wertvolle Aufschlüsse gegeben über die Bedingungen, die die verschiedenen Arten, ja zum Teil Sorten, bezüglich Art der Kühlung, Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt der Luft, Art der Verpackung, Lagerung u. a. m. stellen. Tatsache ist leider, daß vornehmlich Äpfel, aber auch Birnen, von einer sogenannten Kaltlagerungskrankheit, dem „scald“, heimgesucht wurden, die in Amerika wirkungsvoll mit ölhaltigen Papieren bekämpft wird.

Um zu dem hoffentlich recht nahen Zeitpunkt, wenn auch in Deutschland gartenbauliche Erzeugnisse in größerem Umfang gekühlt werden, gegen diese Krankheit gewaffnet zu sein, wurden

auf Veranlassung des Reichsverbandes des deutschen Gartenbaues im Winter 1927/28 entsprechende Versuche angestellt und zwar:

1. von Professor Dr. Kochs, Berlin-Dahlem.
2. von Professor Dr.-Ing. Plank, Karlsruhe i. B.
3. von der Lehr- und Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in Geisenheim a. Rh.
4. von Obstzüchter J. Schlösser, Buschbell bei Köln a. Rh.

Die Kosten der Versuche wurden zum Teil durch die Versuchsansteller selbst getragen, zum Teil war es möglich vor allem die umfassenden Versuche in Karlsruhe aus für diesen Zweck zur Verfügung gestellten Mitteln der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft und des Reichsverbandes des deutschen Gartenbaues e. V. zu bestreiten. Für die Versuche in Berlin und Karlsruhe wurde Obst in den Sorten „Schöner von Boskoop“, „Landsberger Renette“ und „Ontario“ seitens des Großherzogl. Schleswig-Holsteinischen Obstgutes Wolfersdorf bei Primkenau zu günstigen Bedingungen geliefert. Die verwandten deutschen Ölpapiere waren von zwei deutschen Firmen geliefert. Auf die Bekanntgabe der Namen im Rahmen dieses Berichtes muß jedoch verzichtet werden. Allen denen, die die Versuche durch ihre Ausführung oder finanziell unterstützten, besonders aber Herrn Staatl. Dipl.-Gartenbauinspektor Götz von der Hauptgeschäftsstelle des Reichsverbandes des deutschen Gartenbaues, welcher die Durchführung der Versuche wesentlich ermöglichte, sei darum an dieser Stelle im Namen des Berufsstandes bestens gedankt.

Die im Obstbau und Handel Nord-Amerikas und Englands mehr und mehr befürwortete Aufbewahrung der Äpfel in Kühlräumen hat die dort in Versuchen bereits gewonnenen Erfahrungen als sehr willkommen erscheinen lassen.

Von bedeutendem Wert sind in dieser Hinsicht die Sammlung der Schriften der engl. Food Investigation Board und die Berichte des engl. Nahrungsmittel-Untersuchungs-Amtes vom Jahre 1923. Sektion V dieser Berichte behandelt Obst und Gemüse und erbringt einen Beweis, in welchem Umfange in England der Frage betreffend Obstlagerung und Erhaltung nachgegangen wird.

Schon in der Einleitung des Berichtes wird, als wichtigstes Unternehmen, die Expedition nach Australien bezeichnet, zur Feststellung der Gründe für das Auftreten der „Brown Heart“ genannten Krankheit, die 1922 zum ersten Male und in großem Umfange bei aus Australien eingeführten Äpfeln auftrat. Wir bekommen

dadurch, daß die Expedition als wichtigstes Unternehmen des Jahres bezeichnet wird, einen Begriff davon, wie hoch der Engländer die Versorgung mit Obst und Früchten einschätzt.

Da sich der deutsche Obstbau der Kühlhäuser noch nicht im gleichen Maße bedient wie das Ausland, ist den funktionellen Krankheiten des Apfels eine besondere Beachtung noch nicht zuteil geworden. Doch wurden mir in letzter Zeit schon mehrere Fälle, die auf einen ähnlichen Befall schließen lassen, auch von einheimischem Obst mitgeteilt.

Unter funktionellen Krankheiten an Äpfeln, die wir auch als nichtparasitäre Krankheiten bezeichnen würden, versteht man Beschädigungen, welche nicht am Baume, sondern erst bei der Lagerung usw. in den Kühlhäusern auftreten. Sie werden aber nicht wie sonst bei gewöhnlicher Lagerung durch Kleinpilze, von denen bisher eine große Anzahl festgestellt wurde, hervorgerufen, sondern sind als Folgeerscheinungen abwegiger funktioneller Umsetzungen aufzufassen.

Abschnitt 1 der Food Investigation Board behandelt den „Scald“, welcher vielleicht als Grind bezeichnet werden könnte. Den Ausdruck Schorf möchte ich nicht als passend wählen, da wir mit Apfelschorf die bei uns weit verbreitete, durch den Pilz *Fusicladium dendriticum* hervorgerufene Krankheit bezeichnen.

Scald ist eine Krankheit der Lageräpfel und macht die größten Fortschritte gleich, nachdem die Früchte zum Lagern eingebracht sind. Äpfel, die früher tadellos zu sein schienen, bekommen nach einigen Tagen bei Lagertemperatur ein braunes, abgestorbenes Aussehen. Das Absterben der Schale ist nicht nur ein Schaden für sich, sondern den Fäulniseregern werden die Wege zur weiteren Zerstörung leicht und widerstandslos geöffnet. Im schlimmsten Stadium kann das Gewebe bis zu einer Tiefe von 1 Zoll zerstört werden. Die Krankheit greift in der Regel nicht nur auf einige Äpfel über, sondern gleich auf die ganze Packung. Scald beschränkt sich hauptsächlich auf den grünen oder ungefärbten Teil des Apfels. Ebenfalls scheinen unreif gepflückte Früchte Kühlauslagerung nur schwer zu überstehen, während der Befall von Scald bei ausgereiften nur gering ist. Ebenso sollen Äpfel von Bäumen, welche stark begossen wurden, empfänglicher sein. Weiterhin tritt Scald bei Äpfeln von jungen Bäumen auf. Ferner scheinen die einzelnen Jahre sich auch verschieden zu ver-

halten. Auch die Sortenfrage scheint hierbei eine wichtige Rolle zu spielen. Zur Vorbeugung der Krankheit muß man starken Wechsel der Temperatur verhüten und sie möglichst auf 32—34° F (0°—1° C) halten.

Über die Verhütung von Apfel-Scald sind viele Forschungen angestellt worden. Scald kann als eine noch relativ moderne Krankheit bezeichnet werden. Zu Anfang der 90er Jahre, zur Zeit des Aufschwunges der modernen Kaltlagerungsanlagen, und zur Zeit des Beginns des umfangreichen Früchtehandels wurde sie das erstemal beschrieben. Im Jahre 1903 machten G. Harold und S. H. Fultor die ersten Veröffentlichungen hierüber. (Bulletin 48, Bureau Plant Industry). Diesen folgten die Veröffentlichungen von den „Agricultur Experiment Stations und von dem U. S. Department of Agriculture“, welche alle die Wichtigkeit des guten Ausreifens der Früchte betonten und die Gefahren einer aufgeschobenen Lagerung und Abkühlung hervorhoben. Das Ergebnis dieser Forschungen war eine wesentliche Herabsetzung der Verluste durch Scald. Aber trotzdem blieb Scald eine der größten Hemmungen der amerikanischen Apfelverwertung und große Verluste durch diese Krankheit kamen sogar beim besten Obstgarten und sorgfältigster Kaltlagerung vor. Diese Tatsachen veranlaßten das „Office of Fruit Disease Investigations of the Bureau of Plant Industry, U. S. Department of Agriculture“ weitere Versuche hinsichtlich dieses Problems aufzunehmen. Diese Arbeit wurde im Jahre 1915 unternommen und während acht verschiedener Lagersaisons ausgeführt. Die Versuche zeigten im wesentlichen, daß Scald größtenteils durch die Anwendung von offenen oder ventilierten Verpackungsarten vermieden werden konnte.

Brooks, Coley und Dr. F. Fischer geben nach ihren Versuchen und Erfahrungen in dem Bericht „New Method of Controlling Apple Scald; American Fruit Grower Magazine. August 1923, Vol 143, Nr. 98, Chicago“ folgende Beschreibung des Scald: „In milden Fällen von Scald ist der Apfel nur braun gefärbt, die Schale bleibt fest, aber in schlimmeren Fällen kann das Oberhautgewebe in einer Ausdehnung zusammenbrechen, daß es sich leicht von dem darunter befindlichen Fleisch ablöst. Scald unterscheidet sich von allen anderen Apfelkrankheiten dadurch, daß er mehr auf der grünen Seite des Apfels vorherrscht. Glänzende, rote und überhaupt gefärbte Oberflächen sind im höchsten Maße

widerstandsfähig, die gelben Oberflächen am meisten. Ein Apfel, dessen Schale durch Scald abgetötet wurde, wird die bequeme Beute der verschiedenen Fäulnisorganismen.“ Brooks und seine Mitarbeiter kamen ferner zu dem Schluß, daß der Scald einer Anreicherung der Fruchttäther (Ester) oder ähnlicher Stoffe im Gewebe der Früchte und in der umgebenden Luft zugeschrieben werden mußte. Ester sind bekanntlich Verbindungen aus Säuren und Alkoholen, und es erscheint mir auch sehr wohl möglich, daß eine Anhäufung dieser Stoffe eine Vergiftung des Protoplasmas und damit eine Abtötung der Zelle bedingt. Nach meinen Versuchen bewirkte eine Überpinselung der einen Fruchthälfte mit Alkohol, Benzol und künstlichen Fruchttäthern schon nach Stunden in dem darunter liegenden Gewebe Plasmolyse.

Da die Fruchttäther bekanntlich flüchtig sind, ließen sich gute Erfolge mittels Durchlüftung erzielen. Durchgreifend ließ sich der Scald jedoch erst bekämpfen, als man auf ein eigenartiges Verfahren verfiel. Duftstoffe pflanzlicher Art werden schon seit langem fabrikatorisch an der Riviera durch reine Fette und Öle absorbiert. Auf dem gleichen Prinzip beruht die Maßnahme der Amerikaner, welche die Einzelfrucht mit einem Papier umhüllen, daß mit 15 % geruchlosen Mineralöles imprägniert wurde. Nach meinen Untersuchungen derartigen Papiers fand ich diese Angaben bestätigt. Das Öl war leicht fließend, geruchlos und von strohgelber Farbe. Bei Äpfeln in Faßpackung werden auch präparierte Papierschnitzel und Stroh angewandt.

Als eine Abart des Scald wäre noch die „Spotting“ Type zu erwähnen, bei welcher die Krankheit als eine Sprengelung des Oberhautgewebes auftritt.

Ende des Jahres 1925 setzte ich mich nun mit dem Reichsverband des Deutschen Gartenbaues in Verbindung, um gemeinsam mit ihm Versuche mit Ölpapier zum Einwickeln der Früchte zu machen. In Amerika und England war das Ölpapier, wie auch vorher schon erwähnt, schon lange mit gutem Erfolge angewandt worden. Unsere Aufgabe sollte es nun sein, auch von unseren deutschen Firmen ein solches brauchbares Ölpapier herstellen zu lassen. Die amerikanischen Papiere werden in der Regel zu 15 % mit einem geruch- und farblosen Mineralöl, meist das sogen. „Koto“-Öl, das aus einer Petroleumfraktion stammt, getränkt. Unsere deutschen gefetteten bzw. gewachsenen Papiere erhalten Paraffinzusätze. Zunächst wurden die amerikanischen und bisherigen deut-

schen Papiere in meinem Laboratorium extrahiert. Das amerikanische Papier zeigte folgende Zusammensetzung:

Papiermasse	77,65%
Mineralöl	16,76%
Feuchtigkeit	5,59%

während das deutsche ca. 22% Paraffin enthielt. Dieses selbst war nicht ganz geruchlos, sondern es zeigte etwas den typischen Paraffingeruch. Auch war es nicht besonders geeignet, da das Papier beim schnellen Einwickeln brach. Es war nicht geschmeidig genug.

Nach einer Erkundigung beim staatlichen Materialprüfungsamt in Berlin-Lichterfelde wurde mir der Bescheid, daß in Deutschland nur so wenig Erdöl gewonnen würde, daß dieses zu einer Verwertung nicht in Betracht käme. Andererseits konnte man auch kein Öl aus der Braunkohlenverarbeitung anwenden, da diese Öle nicht völlig geruchlos sind. Wir entschlossen uns daher, das Öl „Koto“ von der Standard Oil Co. in New York zu beziehen und übergaben die Herstellung dieser geölten Einwickelpapiere nach amerikanischem Muster verschiedenen deutschen Papierfabriken. Die Tief-Temperatur-Versuchstation in England hatte mit diesem Kotoöl schon gute Erfolge erzielt.

Folgende Lagerungsversuche mit den verschiedenen Öleinwickelpapieren wurden angestellt:

1. Von der Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau, Berlin-Dahlem, in den Kühlräumen der Gesellschaft für Markt- und Kühlhallen, Berlin, mit den Apfelsorten Schöner von Boskoop, Landsberger Renette, Ontario.

2. Von dem Kältetechnischen Institut der Technischen Hochschule, Karlsruhe i. B., mit den Apfelsorten Schöner von Boskoop, Landsberger Renette, Ontario, Weißer Wintertaffetapfel, Baumanns Renette, Kaiser Wilhelm.

3. Von Jac. Schlösser, Rittergut Burghof-Buschbell bei Köln a. Rh., mit den Apfelsorten Schöner von Boskoop, Ontario, Baumanns Renette, Kanada Renette, Rhein. Winter Rambour, Goldparmäne.

4. Von der Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau, Geisenheim a. Rh., mit den Apfelsorten Schöner von Boskoop und Minister von Hammerstein.

Sämtlichen Versuchsanstellern sind folgende Einwickelpapiere zugegangen:

1. ölhaltiges Original amerikanisches,
2. ölhaltiges der Firma y,
3. ölhaltiges Nr. 1 der Firma x,
4. ölhaltiges Nr. 2 der Firma x,
5. gewöhnliches Seidenpapier.

Temperatur und relative Feuchtigkeit während der
Versuche.

	Dahlem		Karlsruhe		Burghof		Geisenheim	
	Temp. °C	Feuch- tigkeit %	Temp. °C	Feuch- tigkeit %	Temp. °C	Feuch- tigkeit %	Temp. °C	Feuch- tigkeit %
Schöner von Boskoop .	+0,55	88,5	ca. 0	85	2—3 ¹⁾	—	+5	75
	+0,8	93,0	ca. +6	84	—	—	+6 ²⁾	80
Landsberger Renette.	"	"	"	"	—	—	—	—
Ontario	"	"	"	"	2—3	—	—	—
Wintertaffetapfel . .	—	—	"	"	—	—	—	—
Baumanns Renette . .	—	—	"	"	2—3	—	—	—
Kaiser Wilhelm . . .	—	—	"	"	—	—	—	—
Kanada Renette . . .	—	—	—	—	2—3	—	—	—
Winter Rambour . . .	—	—	—	—	2—3	—	—	—
Goldparmäne	—	—	—	—	2—3	—	—	—
Minister Hammerstein	—	—	—	—	—	—	+3	85
								90

Krankheitserscheinungen.

a) Pilzbefall: *Penicillium spec.*, *Monilia spec.*, *Fusarium putrefaciens*, *Fusicladium dendriticum*.

b) Scald bzw. Frostscha den.

Scald und Frostscha den.

Scald und Frostscha den verzeichneten sowohl Dahlem als auch Karlsruhe vornehmlich bei der Sorte „Ontario“, während Jac. Schlösser, Burghof, diese Erscheinung bei sämtlichen Äpfeln, ausgenommen „Ontario“, wahrnahm. Geisenheim konnte am 16. 3. 28. an allen Früchten keine krankhaften Veränderungen feststellen.

¹⁾ Oktober—Mitte November betrug die Temperatur +7 bis +8°.

²⁾ Oben genannte Temperatur herrschte bis zum 16. 3. 1928. Dann wurden die ausgepackten Äpfel auf Horden bei +8° bis zum 5. 4. 1928, in gewöhnlicher Zimmertemperatur bis zum 12. 4. 1928 belassen.

Es handelt sich beim Scald um eine Krankheitserscheinung, bei der die Haut der Äpfel unversehrt bleibt und unter ihr sich der Verfall des Fleisches zeigt, ohne daß Bakterien oder Pilze dabei im Spiel gewesen seien. Wohl bräunt sich das Fruchtfleisch, schmeckt aber keineswegs faulig (siehe auch Seite 542).

Auf Frostscha den ließ der Umstand schließen, daß gerade während der Zeit des Transportes von Schlesien nach Berlin, bzw. Karlsruhe (Ende November, Anfang Dezember) stärkerer Frost eintrat. In Berlin-Dahlem waren folgende Tagesmittel zu verzeichnen:

Am	27. November	—0,8°
"	2. Dezember	—2,8°
"	3. "	—3,8°
"	4. "	—4,1°

Für eine Lagerkrankheit hingegen spricht, daß der Lieferant (Obstgutbesitzer Balzer, Obstgut Wolfersdorf, Schlesien) seit zwei Jahren schon im Dezember Unwirtschaftlichkeit des Obstes durch „Weichwerden“ der frostfrei eingelagerten Früchte der Sorte „Ontario“ verzeichnete. Jedoch könnte der Grund hierfür auch in besonderer Düngung oder sonstigen äußeren Einflüssen (üppige Fruchtentwicklung durch Umveredlungen, zu lockeres Fleisch infolge der regenreichen Jahre) zu suchen sein. Besonders, da Scald während der Versuche in Burghof, die an dortigem Obst vorgenommen wurden, bei Ontario nicht auftrat.

Nachteil der angestellten Versuche.

Ein Nachteil der angestellten Versuche liegt darin, daß bei den verschiedenen Temperaturen und relativen Feuchtigkeiten ein Vergleich schlecht vorzunehmen geht. Dazu kommt, daß die einzelnen Versuchsansteller mit verschiedenen Apfelsorten operierten und die Versuche von verschiedenen Gesichtspunkten aus anstellten.

Arbeitsweise der einzelnen Versuchsansteller.

Am ähnlichsten arbeitete Dahlem und Karlsruhe, die allmonatlich die Äpfel nachsahen und die auftretenden Krankheiten notierten. Hier liefen die Versuche mit den Sorten: Schöner von Boskoop, Landsberger Renette und Ontario parallel. Geisenheim hingegen ließ die Äpfel bis zum März unberührt. Sie zeigten keine Krankheiten und wurden nach einiger Zeit nur auf Aussehen und Geschmack geprüft. Jac. Schlösser-Burghof, legte besonderen Wert auf den Wasserverlust, unterließ es aber, die Äpfel vor der Einlagerung zu wiegen.

Tabelle 1. Vergleich der Dahlemer und

Versuchs- ansteller	Apfelsorte	Art des Einwickelpapiers	Ur- sprüng- liche Stück- zahl	Mittlere Tempe- ratur	Mittlere relative Feuch- tigkeit
				°C	%
Lehr- und Forschungs- anstalt für Gartenbau Dahlem	Ontario	amerik. Ölpapier	150	0,68	90,8
	"	deutsch. Ölpapier der Firma y	112	"	"
	"	deutsch. Ölpapier I der Firma x	138	"	"
	"	deutsch. Ölpapier II der Firma x	104	"	"
	"	gew. Seidenpapier	120	"	"
Kälte- technisches Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe	Ontario	amerik. Ölpapier	112	0,33	84,5
	"	deutsch. Ölpapier der Firma y	96	"	"
	"	deutsch. Ölpapier I der Firma x	95	"	"
	"	deutsch. Ölpapier II der Firma x	96	"	"
	"	gew. Seidenpapier	120	"	"
	Ontario	amerik. Ölpapier	87	6,17	83,6
	"	deutsch. Ölpapier der Firma y	120	"	"
	"	deutsch. Ölpapier I der Firma x	104	"	"
	"	deutsch. Ölpapier II der Firma x	96	"	"
	"	gew. Seidenpapier	112	"	"

Tabelle 2. Versuche des Kältetechnischen

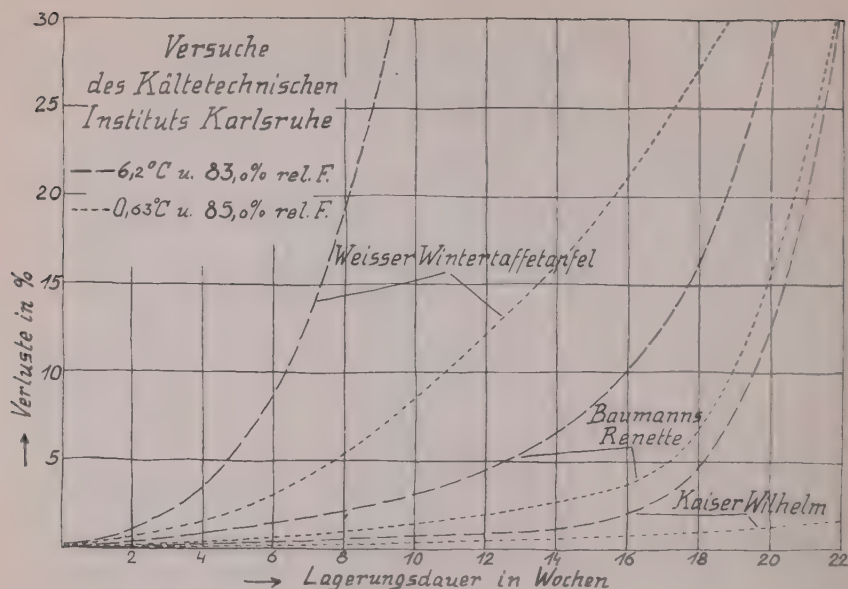
Kälte- technisches Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe	Kaiser Wilhelm	gew. Seidenpapier	113	0,63	85
	" "	" "	150	0,63	85
	" "	" "	150	6,2	83
	" "	" "	125	6,2	83
	Baumanns Renette	" "	138	0,63	85
	" "	" "	138	6,2	83
	Weißer Winter- taffetapfel	" "	125	0,63	85
	desgl.	" "	125	6,2	83

Karlsruher Einlagerungsversuchsergebnisse.

Ergebnis der Prüfungen											
16. 1.		15. 2.		14. 3.		9. 5.		13. 6.		Gut erhalten	
scald	Druck oder Pilz- befall	scald	Druck oder Pilz- befall	scald	Druck oder Pilz- befall	scald	Druck oder Pilz- befall	scald	Druck oder Pilz- befall	%	Stück
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
4,0	—	6,7	—	7,3	0,7	21,3	2,0	12,0	3,3	40,7	61
8,6	8,7	18,3	—	23,1	2,9	24,1	—	8,7	—	5,8	6
14,3	1,8	12,5	—	19,6	—	29,5	—	9,8	1,8	8,7	12
9,4	3,6	8,7	—	13,8	0,7	23,2	0,7	13,0	2,2	32,7	34
5,8	5,0	5,0	—	12,5	2,5	27,5	1,7	8,7	5,8	25,8	31
3. 1.		30. 1.		27. 2.		26. 3.		1. 5.			
0,9	—	8,9	—	1,8	—	4,6	—	12,5	—	71,4	80
5,2	—	7,3	—	11,5	—	13,6	—	23,0	—	39,5	38
3,2	—	9,5	—	12,6	—	11,6	—	22,1	—	41,1	39
—	—	11,5	—	8,3	—	8,3	—	16,7	—	55,2	53
8,3	—	4,1	—	11,7	—	8,3	—	18,0	—	50,0	60
11,5	—	9,2	—	9,2	—	3,5	—	2,3	4,6	59,8	52
5,0	—	10,0	—	2,5	—	1,7	—	—	9,2	71,7	86
3,8	—	7,7	—	8,7	—	1,9	—	2,9	5,8	69,2	72
7,3	—	7,3	—	3,1	—	4,2	—	—	13,6	64,6	62
7,0	—	10,7	—	11,6	—	2,6	—	4,8	8,0	55,3	62

Instituts der Technischen Hochschule Karlsruhe.

—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,8	98,2	111
—	—	—	0,7	—	—	—	—	—	0,7	98,7	148
—	—	—	—	—	—	—	—	—	22	78,0	117
—	—	—	0,8	—	—	—	3,2	—	14,4	81,6	102
—	—	—	—	—	2,2	—	1,5	—	9,4	77,0	120
—	—	—	2,2	—	0,7	—	8,0	—	27,5	61,7	75
—	—	—	4,8	—	7,2	—	8,8	—	19,2	60,0	75
—	3,2	—	16	—	17,6	—	17,6	—	24,8	20,8	26



Dabei möchte ich gleich bemerken, daß sich einzig und allein nur in bezug auf den Wasserverlust die Papiere I und III am besten bewährten, Nr. II hingegen am schlechtesten. Soweit das Beobachtungsmaterial ein Urteil erlaubt, spielt auch die Größe der Früchte eine gewisse Rolle; je größer die Frucht desto geringer der Wasserverlust. Anfang April notierte Jac. Schlösser die vorgekommenen Krankheiten.

Aussehen der Früchte.

Im Aussehen der Früchte, d. h. Farbe und Konsistenz, machten sich die Papiersorten kaum unterschiedlich bemerkbar. Allein Burghof und Karlsruhe bemerkten an vereinzelt Sorten ein welkeres, weniger gutes Aussehen bei den in Seidenpapier eingewickelten Früchten.

Geschmack der Früchte.

Auf Geschmack prüfte nur Geisenheim und stellte ebenfalls keine Änderung durch die verschiedenen Papiersorten fest. Jedoch wies man auf Geschmackunterschiede durch verschiedene

Temperaturen hin. Die bei geringer Temperatur (Karlsruhe 0°, Geisenheim 3°) gelagerten Früchte hatten einen guten, saftigen Geschmack im Gegensatz zu den bei höherer Temperatur (3 bis 6°) gelagerten, die fade und sauer schmeckten. Eine Ausnahme machte die Sorte „Schöner von Boskoop“, die in Seidenpapier verpackt bei 6° lagerte und einen gleich guten Geschmack wie die bei kühlerer Temperatur gelagerten Früchte aufwies.

Pilz- und Scaldbefall bei verschiedenen Temperaturen.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich gleich bemerken, daß die Temperatur während der Lagerung auch in bezug auf Pilze sowie Scald eine bemerkenswerte Rolle spielt. Der Pilzbefall erhöht sich mit der Temperatur. Bei 6° C ist der Verlust im Durchschnitt um 9% höher als bei 0° C (Karlsruhe). Der Scaldbefall wird mit steigender Temperatur geringer. Bei 6° C ist der Verlust um 4% niedriger als bei etwa 0° C (Karlsruhe).

Haltbarkeit.

a) Prozentualer Verlust durch Pilze, ungeachtet der Apfelsorten.

Hierbei kommen die Versuchsergebnisse

1. von der Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau in Berlin-Dahlem mit den auf Seite 1a angeführten Apfelsorten;
2. vom Kältetechnischen Institut, Karlsruhe mit den Apfelsorten: Schöner von Boskoop, Landsberger Renette und Ontario;
3. von Jac. Schlösser, Burghof mit den auf Seite angegebenen Apfelsorten in Frage.

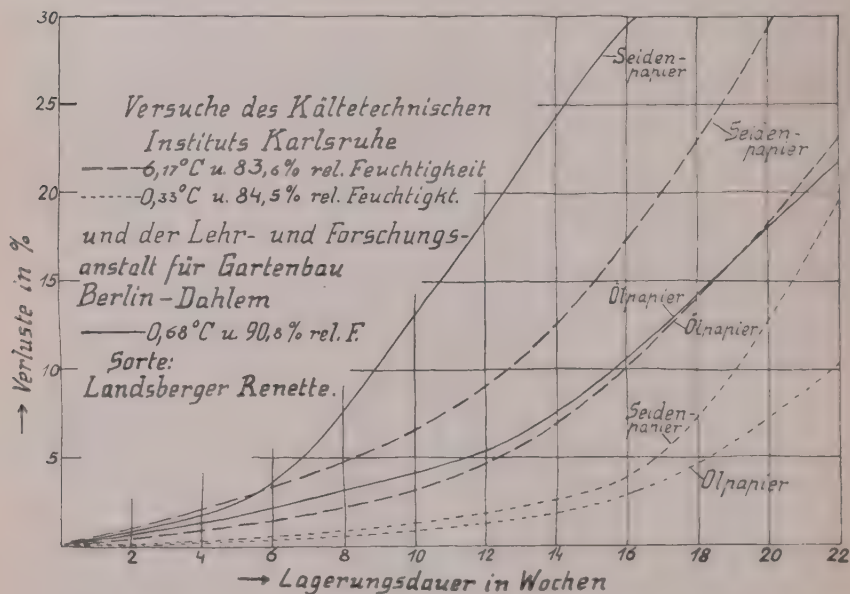
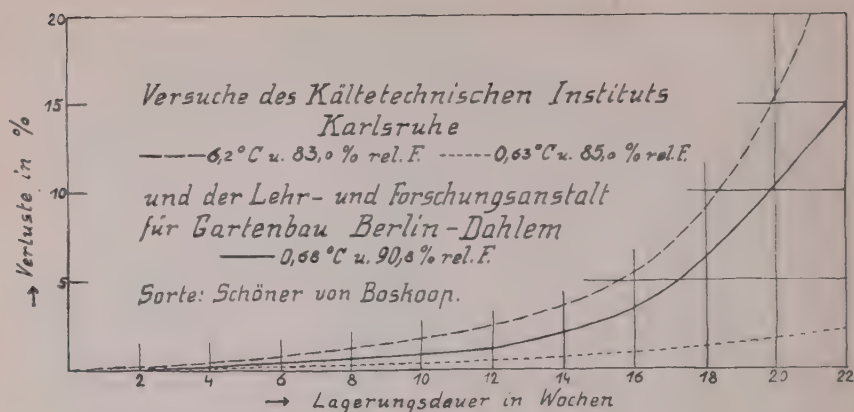
Ort	Lagerzeit		Lager-temperatur	Papiersorten				
	von	bis		I	II	III	IV	V
Berlin . . .	Dez. 27	Mai 28	etwa 0	12,1	10,3	12,9	13,3	16,3
Karlsruhe .	Dez. 27	Mai 28	etwa 0	2,7	4,0	2,9	4,2	17,5
Burghof . .	Okt. 27	Apr. 28	+2 bis +3	12,7	9,0	13,5	9,7	15,7
Summe	—	—	—	27,5	23,3	29,3	27,2	49,5
: 3	—	—	—	9,2	7,8	9,8	9,1	16,5

Tabelle 3. Vergleich der Dahlemer und

Versuchs- ansteller	Apfelsorte	Art des Einwickelpapiers	Ursprüng- liche Stückzahl	Mittlere Tempe- ratur ° C
Lehr- und Forschungs- anstalt für Gartenbau Dahlem	Landsberger Renette	amerikanisches Ölpapier	150	0,68
	"	deutsch. Ölpapier I der Firma x	150	"
	"	deutsch. Ölpapier II der Firma x	125	"
	"	deutsch. Ölpapier der Firma y	150	"
	"	gewöhnliches Seidenpapier . . .	138	"
Kälte- technisches Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe	Desgl.	amerikanisches Ölpapier	125	0,33
	"	deutsch. Ölpapier der Firma y	150	"
	"	deutsch. Ölpapier I der Firma x	125	"
	"	deutsch. Ölpapier II der Firma x	138	"
	"	gewöhnliches Seidenpapier . . .	125	"
	Desgl.	amerikanisches Ölpapier	138	6,17
	"	deutsch. Ölpapier der Firma y	137	"
	"	deutsch. Ölpapier I der Firma x	137	"
	"	deutsch. Ölpapier II der Firma x	138	"
	"	gewöhnliches Seidenpapier . . .	125	"
Lehr- und Forschungs- anstalt für Gartenbau Dahlem	Schöner von Boskoop	amerikanisches Ölpapier	125	0,68
	"	deutsch. Ölpapier I der Firma x	125	"
	"	deutsch. Ölpapier II der Firma x	125	"
	"	deutsch. Ölpapier der Firma y	163	"
	"	gewöhnliches Seidenpapier . . .	150	"
Kälte- technisches Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe	Desgl.	amerikanisches Ölpapier	125	0,63
	"	deutsch. Ölpapier der Firma y	125	"
	"	deutsch. Ölpapier I der Firma x	125	"
	"	deutsch. Ölpapier II der Firma x	125	"
	"	gewöhnliches Seidenpapier . . .	138	"
	Desgl.	amerikanisches Ölpapier	125	6,2
	"	deutsch. Ölpapier der Firma y	138	"
	"	deutsch. Ölpapier I der Firma x	125	"
	"	deutsch. Ölpapier II der Firma x	138	"
	"	gewöhnliches Seidenpapier . . .	125	"

Karlsruher Einlagerungsversuchsergebnisse.

Mittlere relative Feuchtig- keit %	Ergebnis der Prüfungen					Gut erhalten	
	16. 1.	15. 2.	14. 3.	9. 5.	13. 6.	%	Stück
	Druck- oder Pilzbefall %	Druck- oder Pilzbefall %	Druck- oder Pilzbefall %	Druck- oder Pilzbefall %	Druck- oder Pilzbefall %		
90,8	2,0	1,3	16,0	8,0	6,7	60,0	96
"	2,7	2,0	8,7	14,7	12,7	56,7	85
"	—	2,4	13,6	12,0	14,4	56,0	70
"	1,4	—	6,0	9,3	2,7	78,7	118
"	6,5	12,3	8,7	10,8	8,7	51,4	71
<hr/>							
	3. 1.	30. 1.	27. 2.	26. 3.	1. 5.		
84,5	0,8	—	—	—	4,8	94,4	118
"	—	1,3	—	1,3	8,7	88,7	133
"	—	0,8	0,8	0,8	5,6	92,0	115
"	1,5	—	0,7	2,9	5,1	89,9	124
"	—	0,8	0,8	1,6	12,8	84,0	105
83,6	0,7	—	4,4	5,1	9,4	80,5	111
"	—	2,2	1,5	4,4	12,4	79,6	109
"	0,7	2,2	—	5,8	10,2	81,0	111
"	1,5	1,5	4,4	6,5	10,1	76,1	105
"	1,6	2,4	4,8	8,0	16,0	67,2	84
<hr/>							
	16. 1.	15. 2.	14. 3.	9. 5.	13. 6.		
90,8	—	—	—	6,4	4,8	88,8	112
"	1,6	—	4,8	6,4	13,6	72,8	91
"	—	—	4,0	4,8	8,0	81,6	102
"	2,5	1,2	1,8	6,8	9,8	77,9	127
"	0,7	0,7	2,0	8,0	8,7	79,3	119
<hr/>							
	3. 1.	30. 1.	27. 2.	26. 3.	1. 5.		
85	—	0,8	—	—	1,6	97,6	122
"	—	—	—	0,8	—	99,2	124
"	0,8	—	—	—	—	99,2	124
"	—	0,8	0,8	—	0,8	97,6	122
"	—	0,7	—	1,5	1,5	97,3	133
83	—	1,6	0,8	1,6	15,2	80,8	102
"	—	0,7	—	4,4	13,1	81,9	113
"	0,8	2,4	0,8	1,6	16,0	78,4	98
"	—	0,7	1,5	3,6	15,2	79,0	109
"	—	2,4	1,6	3,2	13,6	79,2	99



Wie aus der vorstehenden Tabelle ersichtlich ist, bewährte sich das ölhaltige Einwickelpapier der Firma y am besten, die übrigen Ölpapiere halten die Mitte. Das gewöhnliche Seidenpapier schneidet am schlechtesten ab. Die Reihenfolge der Resultate stimmt ungefähr mit der des Scaldbefalls bei einer Lagertemperatur von $+6^{\circ}\text{C}$ überein. Ausgenommen das originalamerikanische Öl-

papier, das scheinbar einem Pilzbefall energischer entgegenarbeitet als dies bei einem solchen durch Scald zu sein scheint.

(Die parallelen Versuche im Kältetechnischen Institut bei einer Lagertemperatur von $+6^{\circ}\text{C}$ ergeben, abgesehen von einem im Durchschnitt um 9% höheren Befall mit Pilzen, die gleiche Reihenfolge in bezug auf Güte der Papiere.)

b) Prozentualer Gesamtverlust durch Scald an Ontario vom Dezember 1927 bis Mai 1928 bei einer Lagertemperatur von etwa 0° .

Zur Begutachtung des Befalls mit Scald können nur die Versuche der Lehr- und Forschungsanstalt, Berlin-Dahlem und des Kältetechnischen Institutes, Karlsruhe mit der Apfelsorte „Ontario“ herangezogen werden. (Während bei diesen Versuchsanstaltern fast ausschließlich nur Ontario von Scald befallen wurde, ist gerade diese Sorte bei Jac. Schlösser, Burghof, einzig die nicht befallene.)

Ort	I	II	III	IV	V
Berlin-Dahlem	39,3	73,2	72,7	58,7	50,8
Karlsruhe	28,7	60,5	58,9	44,8	50,0
Summe	68,0	133,7	131,6	103,5	100,8
: 2	34,0	66,8	65,8	51,8	50,4

Wie sich aus der vorstehenden Tabelle ergibt, bewährte sich im Durchschnitt das original amerikanische Ölpapier am besten. Am zweitbesten das gewöhnliche Seidenpapier (im Gegensatz zu dem Gesamtverlust durch Pilze und Scald). Dem letzteren kommt das ölhaltige Nr. 2 der Firma x nahe. Am schlechtesten bewährten sich die Ölpapiere Nr. 1 der Firma x und das der Firma y.

(Die parallel laufenden Versuche am Kältetechnischen Institut Karlsruhe bei einer Lagertemperatur von $+6^{\circ}\text{C}$ verhielten sich gerade umgekehrt wie die vorher erwähnten. Hier bewährte sich das Papier der Firma y am besten, hingegen das original amerikanische Öl- und das gewöhnliche Seidenpapier am wenigsten. Im Durchschnitt war der Befall mit Scald um 4% niedriger.)

c) Prozentuale Gesamtverluste durch Pilze und Scald, ungeachtet der Apfelsorten.

Die Versuchsbedingungen waren die gleichen wie bei a).

Ort	Lagerzeit		Lager-temperatur	Papiersorten				
	von	bis		I	II	III	IV	V
Berlin . . .	Dez. 27	Mai 28	etwa 0	26,1	38,8	40,2	32,9	37,1
Karlsruhe .	Dez. 27	Mai 28	etwa 0	12,2	24,2	22,6	19,1	23,2
Burghof . .	Okt. 27	Apr. 28	+2 bis +3	21,3	21,2	21,5	17,2	23,1
Summe	—	—	—	59,6	84,3	84,3	69,2	83,4
: 3	—	—	—	19,9	28,1	28,1	23,1	27,8

Wie aus vorstehender Tabelle ersichtlich, bewährte sich das original amerikanische Ölpapier am besten. Ihm in der Wirkung am nächsten kam Nr. II der Firma x, während die beiden anderen Ölpapiere wie auch das gewöhnliche Seidenpapier im gleichen Maße abfielen.

(Bei den parallel laufenden Versuchen im Kältetechnischen Institut Karlsruhe bei höherer Lagertemperatur [-6°C] ist die Wirkung der Papiersorten vielfach entgegengesetzt. Die ölhaltigen Einwickelpapiere der Firma y und Nr. I der Firma x bewährten sich am besten. Das original amerikanische und Nr. II der Firma x halten etwa die Mitte. Bei weitem am schlechtesten ist das gewöhnliche Seidenpapier.)

d) Prozentuale Gesamtverluste durch Pilze und Scald unter Berücksichtigung der Versuchsansteller, Lagertemperaturen und Dauer, sowie vor allen Dingen der Apfelsorten.

Zur Beurteilung kamen nur die Sorten: Schöner von Boskoop, Landsberger Renette, Ontario in Frage. Versuchsreihen aller drei Sorten lagen bei der Lehr- und Forschungsanstalt, Berlin-Dahlem und beim Kältetechnischen Institut Karlsruhe vor. Jac. Schlösser, Burghof, konnte nur mit der Sorte Schöner von Boskoop zum Vergleich herangezogen werden.

Wie aus den nachstehenden drei Tabellen ersichtlich ist, bewährte sich bei den Apfelsorten Schöner von Boskoop und Landsberger Renette das Seidenpapier im Gegensatz zu dem ölhaltigen am schlechtesten. Eine Ausnahme machte die Sorte Ontario. Und ich glaube, daß diese wesentliche bessere Bewertung in der Art

der Krankheit zu suchen ist. Während Schöner von Boskoop und Landsberger Renette in der Hauptsache von Pilzen befallen wurden, handelte es sich bei Ontario um Scald. Dieser Unterschied macht sich auch, wie schon einmal erwähnt, im Verhältnis der Verluste zueinander in den Kellern verschiedener Temperaturen bemerkbar. Während Schöner von Boskoop 18 % und Landsberger Renette 13 % höhere Verluste durch Krankheit bei einer Temperatur von 6° C zeigten, als dies bei einer Lagertemperatur von 0° der Fall war, trat das Umgekehrte bei Ontario ein. Der Verlust verringerte sich im Durchschnitt um 13 % bei der höheren Temperatur von 6° C.

1. Schöner von Boskoop.

Ort	Lagerzeit		Lager-temperatur	Papiersorten				
	von	bis		I	II	III	IV	V
Berlin . . .	Dez. 27	Mai 28	etwa 0	6,4	12,3	12,8	8,8	11,3
Karlsruhe .	Dez. 27	Mai 28	etwa 0	2,4	0,8	0,8	2,4	3,7
Burghof . .	Okt. 27	Apr. 28	+2 bis +3	9,4	10,0	17,2	7,4	41,4
Summe	—	—	—	18,2	23,1	30,8	18,6	56,4
: 3	—	—	—	6,1	7,7	10,3	6,2	18,8

2. Landsberger Renette.

Ort	Lagerzeit		Lager-temperatur	Papiersorten				
	von	bis		I	II	III	IV	V
Berlin . . .	Dez. 27	Mai 28	etwa 0	29,3	18,6	30,0	29,6	39,9
Karlsruhe .	ez. 27	Mai 28	etwa 0	5,6	11,3	8,0	10,1	16,0
Summe	—	—	—	34,9	29,9	38,0	39,7	55,9
: 2	—	—	—	17,5	15,0	19,0	19,9	28,0

3. Ontario.

Ort	Lagerzeit		Lager-temperatur	Papiersorten				
	von	bis		I	II	III	IV	V
Berlin . . .	Dez. 27	Mai 28	etwa 0	42,6	85,5	77,7	60,2	60,0
Karlsruhe .	Dez. 27	Mai 28	etwa 0	28,6	60,5	58,9	44,8	50,0
Summe	—	—	—	71,2	146,0	136,6	105,0	110,0
: 2	—	—	—	35,6	73,0	68,3	52,5	55,0

Am besten bewährte sich wieder das original amerikanische Ölpapier. Ihm in der Güte am nächsten kam Nr. II der Firma x. Erheblich schlechter war Nr. I der Firma x. Über das ölhaltige Einwickelpapier der Firma y läßt sich schwer etwas Definitives sagen, da es starken Schwankungen unterworfen war, z. B. zeigte Landsberger Renette in ihm die wenigsten, hingegen Ontario die meisten Verluste im Vergleich zu den anderen Einwickelpapieren. Bei Schöner von Boskoop hält es die gute Mitte. Im Durchschnitt dieser drei Sorten steht es im Rang über dem ölhaltigen Einwickelpapier Nr. I der Firma x.

Bei den parallel laufenden Versuchen im Kältetechnischen Institut Karlsruhe bei höherer Temperatur (6°C) verläuft die Wirkung der vier verschiedenen Ölpapiere bei sämtlichen drei Apfelsorten ohne erhebliche Unterschiede. Wesentlich schlechter war das gewöhnliche Seidenpapier.

Die außerdem von Jac. Schlösser, Rittergut Burghof-Buschbell, angestellten Versuche über Gewichtsverluste von Äpfeln, die in verschiedene Papiere eingewickelt, bis Anfang April gelagert wurden, haben, in Prozenten ausgedrückt, folgendes ergeben:

Sorte	Gewöhnliches Seidenpapier %	Original amerika- nisches ölhaltiges %	Fa. x Nr. I deutsches ölhaltiges Papier %	Fa. x Nr. II deutsches ölhaltiges Papier %	Fa. y deutsches ölhaltiges Papier %
Kanada Renette . . .	9,8	6,8	6,8	8,3	8,7
Schöner von Boskoop .	7,3	6,5	5,7	6,6	6,9
Rh.-W.-Rambour . . .	4,6	3,6	3,5	3,7	5,1
Goldparmäne	7,7	9,4	8,9	7,6	10,2
Baumanns Renette . .	5,5	5,2	5,9	5,7	5,7
Ontario	4,5	4,1	6,6	6,1	5,7
Mittel	6,6	5,9	6,2	6,3	7,0

Dieselben Sorten zeigen bei gewöhnlicher Lagerung schon Anfang Februar einen Gewichtsverlust von 6—10%¹⁾. An der untersten Grenze lagen die Gewichtsverluste der eingewickelten Äpfel, von denen im Durchschnitt die Äpfel in amerikanischem Ölpapier den geringsten Verlust zeigten.

¹⁾ Nach Mitteilung des Herrn Professor Kemmer.

Bericht

über die 29. Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik **vom 6. bis 9. Juni 1933 in Dresden.**

Die Tagung dieses Jahres fand in der kunstfreudigen sächsischen Landeshauptstadt Dresden statt und führte wiederum in der Woche nach Pfingsten die Vereinigung für angewandte Botanik mit der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik zusammen. Am Dienstag, dem 6. Juni, fanden sich die Teilnehmer im Restaurant Ausstellungspalast am Stübelpplatz zu einem Begrüßungsabend ein, über den nur zu berichten ist, daß er gut besucht war, und daß alte Bekanntschaften unter den Botanikern aufgefrischt und neue geschlossen wurden.

Am Mittwoch, dem 7. Juni, wurde zunächst eine gemeinsame Sitzung der drei botanischen Gesellschaften in der Alten Technischen Hochschule abgehalten, die von dem Präsidenten der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Prof. Dr. Tobler, eröffnet wurde. Als Ehrengäste konnte er die Vertreter des sächsischen Ministeriums, der Stadt, des Rates, der Technischen Hochschule, der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis, der Prager Technischen Hochschule und die Kollegen aus der Schweiz begrüßen. Er ging dann auf die Geschichte des Botanischen Institutes der Technischen Hochschule Dresden ein, das auf Männer wie Reichenbach, Drude und den nur zu schnell verstorbenen Prof. Neger mit Stolz zurückblicken kann. Neben den Kunstsammlungen sind auch die naturwissenschaftlichen Sammlungen Dresdens, die unter der Einwirkung des verständnisvollen Königs August von Sachsen von Reichenbach zusammengestellt worden sind, von Bedeutung. Der Botanische Garten ist von Drude nach pflanzengeographischen Gesichtspunkten angelegt und berücksichtigt auch ganz besonders die Pflanzen, die für die angewandte Botanik von Bedeutung sind. So besitzt das Botanische Institut eine hohe wissenschaftliche Tradition, die von seinem derzeitigen Leiter, Prof. Tobler, gepflegt und gehütet wird.

Der Vertreter des Rektors der Technischen Hochschule wies in seiner Begrüßungsrede auf den für die Technik vorbildlichen

Bau des Festigungsgewebes bei der Pflanze hin und der Vertreter des Rates knüpfte an die Beziehungen der Botanik zur Landwirtschaft, zur gärtnerischen Kultur und zum Pflanzenschutz an.

Nach diesen Ansprachen hielt Herr K. Mothes-Halle einen Vortrag über „Die natürliche Regulation des pflanzlichen Eiweißstoffwechsels“ und nach einer kurzen Erfrischungspause Herr W. Schwartz, Karlsruhe, über „Die physiologischen Grundlagen von Symbiosen zwischen Tieren und Pilzen oder Bakterien“. Der Vortrag des Herrn Werneck, Linz, mußte ausfallen, da Bericht-erstatte wegen der zwischen Österreich und Deutschland bestehenden Reiseschwierigkeiten nicht kommen konnte.

Am Nachmittag hielt die Deutsche Botanische Gesellschaft ihre Generalversammlung mit anschließenden Einzelvorträgen ab. Um 6 Uhr begann eine Führung durch den Botanischen Garten und die Landwirtschaftliche Versuchsstation (Chemische Abteilung und Hauptstelle für Pflanzenschutz), die mit einem Gang durch den Großen Garten und einem zwanglosen Zusammensein im Restaurant des Zoologischen Gartens endigte.

Die Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik wurde am Donnerstag, dem 8. Juni, in der Technischen Hochschule abgehalten. In Vertretung des Vorsitzenden, Geheimrat Appel, eröffnete der stellvertretende Vorsitzende, Prof. Gaßner, um 8.45 Uhr die Sitzung und verlas nach Worten der Begrüßung das folgende Schreiben von Geheimrat Appel an die Vereinigung für angewandte Botanik:

„Zu meinem großen Bedauern kann ich an der diesmaligen Sitzung der Vereinigung für angewandte Botanik nicht teilnehmen, da ich einer Einladung zu einem Meeting der American Association for the Advancement of Science in Chicago folgend, morgen nach Amerika abreise.

Ich möchte aber nicht unterlassen, der Vereinigung für ihre Veranstaltung in Dresden meine besten Wünsche zu übermitteln. Erfreulicherweise sind für die diesjährige Tagung zahlreiche Vorträge angemeldet, und auch die übrigen Veranstaltungen werden den Teilnehmern vieles Interessante bieten.

Im ganzen werden die Teilnehmer, so hoffe ich, den Eindruck gewinnen, daß unsere Vereinigung trotz der Schwere der Zeit vorwärtsschreitet und dadurch mit dazu beiträgt, den einzelnen Disziplinen allmählich die Stellung zu erringen, die ihnen im Interesse unserer Volkswirtschaft gebührt.

Meine Gedanken werden in diesen Tagen oft in Dresden weilen, und ich würde mich freuen, wenn ich über ein gutes Gelingen eine kurze Nachricht erhielte.

Indem ich allen Teilnehmern nochmals einen erfreulichen Verlauf der Tagung wünsche, bin ich mit den besten Grüßen

Ihr gez. Dr. Appel“.

Auf Beschluß der Versammlung wurde Herrn Geheimrat Appel zur Begrüßung ein kurzer Funkspruch an Bord seines Schiffes geschickt.

Weiter wurde ein Schreiben von Dr. Hugo Fischer verlesen, der es bedauert, daß er aus Rücksicht auf seinen Gesundheitszustand und wegen wirtschaftlicher Schwierigkeiten nicht mehr in der Lage ist, an den Tagungen teilzunehmen.

Die Anwesenheitsliste wies folgende Namen auf:

Appel-Gießen	Losch-Limburgerhof
Bärner-Berlin	Merkel-Hamburg
Bavendamm-Tharandt	Moritz-Kiel
Bonrath-Leverkusen	Müller, K. O.-Berlin
Braun-Berlin	Münch-Tharandt
Bredemann-Hamburg	Rabbas-Leverkusen
v. Brehmer-Berlin	Rabien-Gliesmarode
Elßmann-Freising	Reinau-Berlin
Esdorn-Hamburg	Reinmuth-Rostock
Esmarch-Dresden	Richter-Berlin
Feucht-Jena	Schuster-Berlin
Gaßner-Braunschweig	Schwartz, G.-Pillnitz
Gleisberg-Pillnitz	Schwartz, W.-Karlsruhe
Goeze-Pillnitz	Schwede-Dresden
Hartmann-Hameln	Simon-Dresden
Hassebrauk-Braunschweig	Snell-Berlin
Haupt-Fischhausen	Stapp-Berlin
Honigmann-Magdeburg	Staudermann-Frankfurt a. M.
Kaczmarek-Naumburg	Straib-Gliesmarode
Klemm-Berlin	Tiegs-Berlin
Köhler-Berlin	Tobler-Dresden
Laske-Breslau	Voss-Berlin
Lehmann-Tübingen	Wollenweber-Berlin.
Loewel-Jork	

Der Vorsitzende gab sodann Kenntnis von dem Ableben folgender Mitglieder:

Prof. Dr. Bornemann, Eisenach	22. 10. 1932
Prof. Dr. Naumann, Pillnitz	22. 10. 1932
Dr. Reiling, Soltau	8. 11. 1932
H. Benary, Erfurt	15. 11. 1932
Prof. Dr. Graebner, Berlin	6. 2. 1933.

Die Anwesenden erhoben sich von den Sitzen, um das Andenken an die Verstorbenen zu ehren.

Für die Tagung 1934 lag eine Einladung von Prof. Claussen nach Marburg vor, die von der Versammlung angenommen wurde. Der Vorstand wurde gleichzeitig ermächtigt, für den Fall, daß Schwierigkeiten entstanden, selbständig einen anderen Tagungsort zu wählen. Als Zeitpunkt wurde wieder die Woche nach Pfingsten in Aussicht genommen.

Der Schatzmeister, Priv.-Doz. Dr. Braun, berichtet über die Mitgliederbewegung im Jahre 1932 das Folgende:

Bestand am 31. 12. 1931	546
Zugang 1932	14
	<hr/>
	560
Abgang: Verstorben 1932	6
Ausgetreten 1932	43
	<hr/>
Bestand am 31. 12. 1932	511

Er legte sodann den folgenden Kassenbericht vor:

Bestand am 31. 12. 1931 461,34 RM.

Einnahmen:

Mitgliedsbeiträge	6668,09 RM.	
Druckkostenzuschüsse	266,00 „	
Zinsen	724,45 „	8119,88 RM.

Ausgaben:

Gebr. Borntraeger	6849,80 RM.	
Verwaltungsunkosten	647,00 „	
Portoausgaben	206,06 „	7702,86 RM.

Bestand:

Girokasse	43,11 RM.	
Sparkasse	272,69 "	
Dresdner Bank	87,95 "	
Kasse	13,27 "	417,02 RM.

Geprüft und für richtig befunden:

Berlin-Dahlem, den 22. Mai 1932.

Der Schatzmeister:

gez. H. Braun.

Die Kassenprüfer:

gez. Dr. Otto Schlumberger. G. Höstermann.

Der Vorsitzende dankte dem Schatzmeister im Namen der Vereinigung für die umsichtige Kassenführung, worauf ihm und dem Vorstände Entlastung erteilt wurde.

Als nächster Punkt der Tagesordnung war die Wahl der Vorsitzenden der Fachausschüsse nach §§ 18 und 20 der Satzungen vorzunehmen. Da die Ausschüsse bisher nie in Tätigkeit getreten sind, so wurde angeregt, sie aufzulösen. Es würde sich dabei aber um eine Satzungsänderung handeln, die satzungsgemäß den Mitgliedern 14 Tage vor der Generalversammlung bekannt zu machen wäre. Es wurde daher beschlossen, die Neuwahl um ein Jahr zu vertagen.

Weiter wurde bekannt gegeben, daß die Vereinigung dem Zweckverband deutscher naturwissenschaftlicher und medizinischer Kongresse beigetreten ist, der von der Geschäftsstelle der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte ange-regt wurde. Der Verband unterrichtet seine Mitglieder gegen-seitig über die geplanten Tagungen und ermöglicht so ein Zu-sammengehen. Der Beitritt wurde genehmigt. Sodann wurde die auf Grund des vorjährigen Wahlergebnisses erfolgte Ernennung von Prof. Dr. Petri, Rom, zum Ehrenmitglied verkündet.

Zum Schluß der Generalversammlung wurde auf Antrag von Herrn Laske noch einmal über die im Vorjahre abgelehnte Herab-setzung des Mitgliederbeitrages gesprochen. Herr Braun wies auf die in der letzten Generalversammlung vorgelegte Berechnung hin, die eine Herabsetzung des Mitgliederbeitrages nur bei gleich-zeitiger Herabsetzung des Umfanges unserer Zeitschrift „Ange-

wandte Botanik“ erlaube. Damit werde aber die Möglichkeit, Arbeiten aus dem Gebiete der angewandten Botanik veröffentlichten zu können, immer geringer. Eine Herabsetzung sei daher im Interesse der Sache im Augenblick nicht zu empfehlen. Ob sie späterhin durchführbar sei, hänge davon ab, ob es gelinge, den Mitgliederbestand wieder zu erhöhen oder zum mindesten auf gleicher Höhe zu halten. Denn bei einem weiteren Rückgang der Auflagenzahl stiegen naturgemäß die Unkosten. Ein Beschluß wurde nicht gefaßt.

Schluß der Generalversammlung um 9.05 Uhr.

Die wissenschaftliche Sitzung wurde im Anschluß daran um 9.15 Uhr von Prof. Gaßner eröffnet. Es sprach zunächst J. Esdorn, Hamburg, über „Die Laminarien der deutschen Nordsee und ihre heutigen Verwendungsmöglichkeiten“.

Sodann begrüßte der Vorsitzende den inzwischen eingetroffenen Vertreter des Reichsministeriums für Ernährung und Landwirtschaft, Herrn Ministerialrat Schuster, und dankte dem Ministerium für das durch die Entsendung erneut bewiesene Interesse an den Arbeiten der Vereinigung für angewandte Botanik. Nach einer Erfrischungspause, in der auch Gelegenheit war, das Botanische Institut und eine Ausstellung von Abbildungen der Elßmannschen Arbeit zu besichtigen, wurden folgende Vorträge gehalten:

E. Elßmann, Freising: Ergebnisse einer entwicklungsgeschichtlich-zytologischen Untersuchung der Samenanlage der Apfelsorte „Schöner von Boskoop“ und über Folgerungen daraus für befruchtungsbiologische Versuche an Apfelsorten.

J. Voss, Dahlem: Keimungsphysiologische Untersuchungen an Weizensorten.

E. Reinau, Berlin: Über Fruchtbarkeit.

Nach der Mittagspause um 14.30 Uhr fuhren die Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik mit Autobus nach Pillnitz. An der Fähre wurden sie von den Herren der Höheren Staatslehranstalt für Gartenbau in Empfang genommen und durch den prächtigen alten Park, der zu dem Schloß von Pillnitz gehört, nach der Lehranstalt geleitet. Hier fand in dem schönen Vortragsaal eine Fortsetzung der wissenschaftlichen Sitzung statt. Prof. Gaßner eröffnete die Sitzung um 16.00 Uhr und erteilte zunächst dem Direktor der Anstalt, Prof. Schindler, und danach dem

Bürgermeister von Pillnitz das Wort zu Begrüßungsansprachen. Unter den Anwesenden befand sich auch der Vertreter des Reichsministeriums für Ernährung und Landwirtschaft, Herr Ministerialrat Schuster und der Vertreter der sächsischen Regierung, Herr Ministerialrat v. Wenkstern. Nach Dankesworten des Vorsitzenden wurden folgende Vorträge, die durch ein großes Anschauungsmaterial oder durch Lichtbilder erläutert waren, gehalten:

W. Gleisberg, Pillnitz: Die Klonpflanzenmethode zur Pflanzenschutzmittelpfung.

W. Gleisberg, Pillnitz: Ständige Prüfung von Obstbaumkarbolineum.

G. Schwartz, Pillnitz: Bodenregeneration durch Dampfbehandlung gärtnerischer Kulturerden. Die Wärmeverteilung im Boden.

Im Anschluß daran folgte eine Führung durch die Anstalt für Gartenbau und durch die Landwirtschaftliche Versuchsanstalt, die unter Leitung von Prof. Pieper steht. Das Abendessen vereinigte die Gruppen der Besichtigen wieder im Garten des Schloßrestaurants und als sie durch einen leichten Regenschauer dort vertrieben wurden, flüchteten sie in den oberen Saal, wo sie noch einige Stunden bis zur Abfahrt der Straßenbahn bei Scherz und Tanz zusammenblieben.

Am Freitag, dem 9. Juni, bot sich in Tharandt bei der Forstlichen Hochschule wieder das Bild der großen Tagung. Die Mitglieder aller drei botanischen Gesellschaften trafen in Autobussen um 9 Uhr ein. Prof. Münch eröffnete die gemeinsame Sitzung und erteilte zunächst dem Bürgermeister von Tharandt das Wort zur Begrüßung. Er gab dann selbst einen Überblick über die Entwicklung der Forstlichen Hochschule, an der kein geringerer als Julius Sachs einst gelehrt und geforscht hat. Nach einer Besichtigung der schönen und äußerst zweckmäßig eingerichteten Institutsräume des Cotta-Baues trennte sich die Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik zu einer Sondersitzung ab, während die Vereinigung für angewandte Botanik mit der Deutschen Botanischen Gesellschaft zusammenblieb. In dieser Sitzung wurden folgende Vorträge gehalten:

O. Eichler, Greifswald: Fluoreszenzmikroskopische Untersuchungen über Verholzung von Lignin.

F. Steinecke, Königsberg: Die Bedeutung der mikrobiologischen Sedimentanalyse für die Erforschung der Sukzessionsbiologie der Moore.

W. Schmidt, Eberswalde: Tropismen an Koniferenkeimlingen.

F. Köhler, Dahlem: Zur Frage der Entstehung von spezifischen Infektionsstoffen (Vira) in der Pflanze.

E. L. Loewel, Jork: Der Stand der Mittelfrage in der *Fusicladium*-Bekämpfung.

E. Münch, Tharandt: Frostempfindlichkeit der wintergrünen Gewächse.

Das Mittagessen wurde gemeinsam an großen Tafeln im Stadtbadhotel eingenommen. Um 14.00 Uhr führte dann eine Exkursion in den Tharandter Wald und in den forstlichen Versuchsgarten.

Im Anschluß an die Tagung fand am Sonnabend, dem 10. Juni, eine Exkursion in die Sächsische Schweiz statt. Eine Wanderung führte durch den Uttewalder Grund zur Bastei, wo gefrühstückt wurde, und weiter durch den Amselgrund nach Rathen. Hier wurde nachmittags der Berggarten von Dr. Keydel besichtigt. Am Sonntag, dem 11. Juni, führte dann Prof. Rudolph, Prag, eine weitere Exkursion in das Erzgebirge. Die Fahrt im Autobus ging über Frauenstein—Schwarzenberg—Olbernhau—Natzschungtal—Rübenau nach Reitzenhain und Sebastianenberg, wo die Moore und das Moormuseum besichtigt wurden.

Allen denen, die diese schöne und genußreiche Dresdener Tagung vorbereitet und zu ihrem Gelingen beigetragen haben, sei an dieser Stelle nochmals herzlichst gedankt.

G. Gaßner,
stellvertretender Vorsitzender.

K. Snell,
1. Schriftführer.

Kleine Mitteilungen.

„Moderne“ Warenkunde!

Einige Proben aus „Grundriß der Warenkunde“ von Dr.-Ing. Ernst Beutel, o. ö. Professor der Technologie und Vorstand des Technologischen Instituts der Hochschule für Welthandel in Wien. Industrieverlag Spaeth & Linde, Berlin-Wien 1933. Gr. 4°, 240 S., 70 Abb., geb. RM. 7,—.

S. 113/4. Roggen: „Man unterscheidet: Probstei Roggen, Schlanstädter Roggen, Pirnaer Roggen, Petkuser Roggen (veredelte anspruchsvolle Kulturform)“ „Handelssorten: Eine gute französische Sorte ist der Champagner Roggen, der oft als Saatgut verwendet wird.“

S. 115. Hafer: „Botanisch sind nach der Rispenanordnung zwei Arten zu unterscheiden: Der Rispenhafer und der Fahnenhafer, ersterer wird als gemeiner Saathafer bezeichnet. Nach dem Aussehen der Körner werden noch weitere Unterschiede gemacht.“

S. 115. Mais: „... Die wichtigsten Arten sind: Der gemeine Mais, der Pferdezaunmais und der feinkörnige Mais. Der erste hat große Körner von gelber Farbe“

S. 116. Reis: „Der Reis ist eine Sumpfpflanze . . .“ „Das Reiskorn ist bespelzt,; es ist mit den Spelzen fest verwachsen.“

S. 122. Kartoffelstärke: „Das Mikroskop zeigt die eigenartige, elliptische Form der Körner mit einer breiteren und einer spitzigeren Seite, welche letztere den Zellkern enthält,“

S. 133. Erdnußöl: „Aus den von Hülsen, Samenhäutchen und Keimlingen befreiten Früchten der zu den Leguminosen gehörenden Erdnußpflanze.“

S. 133. Mandelöl: „Aus den Früchten des Mandelbaumes“

S. 133. Rüböl: „Aus den Samen mehrerer Pflanzen der *Brassica*-Art.“

S. 135. Leinöl: „Aus den Samen der Leinpflanze (*Linum usitatissimum*); bevorzugt ist der Spring- oder Klanglein.“

S. 188. Kapok: „... die Samenhaare des ostindischen Wollbaumes“

S. 189. Hanf: „... Das zweihäusige Gewächs liefert aus den Stempelpflanzen den derben Winterhanf, auch Bästling genannt, aus den zarteren Staubblütenpflanzen den feineren Sommerhanf.“

Usw.

Bredemann.

VI. Internationaler Botanischer Kongreß.

Amsterdam, 2.—7. September 1935.

Der Vorbereitungsausschuß des VI. Internationalen Botanischen Kongresses ist von verschiedenen Seiten gebeten worden, die Daten des Kongresses zu ändern: demzufolge ist jetzt beschlossen worden, den Kongreß in Amsterdam abzuhalten

vom 2. bis zum 7. September 1935.

Eine erste Notiz über den Kongreß ist an manche Adressen versandt worden; weitere Exemplare können vom Sekretär, Dr. M. J. Sirks in Wageningen (Holland) bezogen werden.

Besprechungen aus der Literatur.

Die Thüringische Landwirtschaft. Erzeugungsgrundlagen, Ackerbau- und Viehwirtschaft in Bild, Wort und Zahl, nebst statistischem Teil: Bodennutzung und Viehhaltung in den Gemeinden. Saatenstandsbezirken und Kreisen mit über 80 Karten und Zeichnungen. Herausgegeben von W. Wilmanns unter Mitwirkung von R. Gärtner und E. Klapp. Jena 1933.

Die Notwendigkeit einer bis in die kleinsten Verwaltungsgebiete, die Gemeinden, hinreichenden statistischen Erfassung der Landwirtschaft

ist zweifellos vorhanden. Besonders in einem so verschiedenartige Bezirke umfassenden Lande wie Thüringen ist dieses Bedürfnis für die verschiedensten Zwecke sowohl betriebswirtschaftlicher wie pflanzenbaulicher Natur gegeben. Sehr groß aber sind die praktischen Schwierigkeiten, die sich einer solchen Erfassung entgegenstellen, die nur durch eine großzügige Verarbeitung des ungedruckten statistischen Urmaterials erfolgen kann. Um so erfreulicher ist es, daß nunmehr auf Grund dreijähriger Durchschnittswerte aus der Anbau- und Viehstatistik die Beschreibung und die kausale Verknüpfung der verschiedensten, den Landbau in Thüringen betreffenden Faktoren vorliegt. Der pflanzenbauliche Teil des Werkes ist von E. Klapp in zwei Kapiteln über die natürlichen Grundlagen und über die Beziehungen zwischen den natürlichen Grundlagen und dem Anbau und der Verbreitung der Kulturpflanzen bearbeitet worden. Eine sehr gute anschauliche Erläuterung zu dem knapp gehaltenen Text geben die vielen kartographischen Darstellungen, auf die im einzelnen hier nicht eingegangen werden kann. Sie geben einen Einblick in die klimatologischen, phänologischen und pedologischen Verhältnisse Thüringens und beschränken sich erfreulicherweise nicht, wie die anderen Karten, nur auf die politisch zu „Thüringen“ gehörigen Gebiete, sondern umfassen auch die Enklaven. Durch sie wird das Verständnis für die dann folgenden Darstellungen über die Verbreitung und Dichte, die Anbauzonen der Kulturpflanzen und ihre Erträge geschaffen. Das für die weitere Auswertung des Buches wichtige statistische Material ist im Anhang beigegeben.

Voss, Dahlem.

Lundegårdh, Henrik. Die Nährstoffaufnahme der Pflanze. Jena 1932. G. Fischer. 374 S., 79 Fig., 5 Taf.

Das Buch bietet einen ausführlichen Bericht über die Untersuchungen zur Nährstoffaufnahme, welche im Laboratorium des Verf. ausgeführt wurden. Gerade diese Untersuchungsreihen boten ausgiebig Gelegenheit, die vom Verf. ausgearbeitete spektralanalytische Methode anzuwenden und ihre Brauchbarkeit zu zeigen. Neben der eigenen Arbeit wird eine Übersicht der Literatur über die grundlegenden Fragen der Stoffaufnahme gegeben.

In der Einleitung weist Verf. u. a. auf Mängel der praktischen Düngungslehre hin, die noch zu sehr der wissenschaftlichen Vertiefung entbehrt. Diesen Rückstand führt er wohl mit Recht auf die zu stark schematisierte Auffassung Mitscherlichs über Wirkung und Aufnahme der verschiedenen Mineralstoffe zurück. Das 2. Kapitel ist der ausführlichen Schilderung der sehr interessanten Arbeitsmethoden des Verf. gewidmet. In der Diskussion der Permeabilitätsuntersuchungen, welche die Grundlage des Studiums der Stoffaufnahme bilden, verwirft Verf. alle diejenigen Methoden, welche nicht auf chemischem Wege oder mittels optischer Anzeichen das Eindringen von Stoffen in kleinen Mengen in die Zellen zu vermitteln gestatten. Aber schließlich gelangt Verf. doch wieder zu der interessanten Feststellung: „daß die mit den theoretisch nicht unanfechtbaren Plasmolyse- und Gewebespannungsmethoden errichteten Resultate vielfach durch andere und zuverlässigere Methoden bestätigt wurden.“ Aus den inhaltsreichen Kapiteln 4 bis 7 über die Stoffaufnahme können nur einige wenige Ergebnisse hier näher beleuchtet werden.

Die Kaliumaufnahme der jungen Haferpflanze nimmt mit steigendem K-Gehalt der Nährlösung nicht geradlinig, sondern periodisch zu. Die hauptsächliche Kaliumaufnahme findet in den frühen Entwicklungsstadien statt. Die zentrale Stelle, welche das K im Kationenhaushalt der Pflanze einzunehmen scheint, wird nach verschiedenen Richtungen hin untersucht und vor allem kolloidchemisch interpretiert. Die Versuche sprechen dafür, daß in reinen Lösungen die Aufnahme von äquivalenten Ionenpaaren stark dominiert über den Ionenaustausch. In den Nährlösungskulturen macht sich ein deutlicher Antagonismus des Ca gegen K und Mg bemerkbar. Bei größeren Ca-Gaben sinkt die Mg-Aufnahme stark ab, während die K-Aufnahme herabgedrückt wird. In den späteren Entwicklungsstadien der Haferpflanze wird die Relation K : Ca offenbar durch die in der Pflanze schon vorhandene K-Mengen reguliert, unabhängig von der äußeren Konzentration. Der Einfluß des Kaliums auf die Mg-Aufnahme ist wesentlich geringer. Letztere wird sicher auch durch den pH des umgebenden Mediums beeinflusst. Weiterhin scheint ein Antagonismus zwischen K und Mg, ebenso zwischen K und Na aufzutreten. Ganz allgemein scheint das K eine starke Kontrollwirkung auf die Ionenaufnahme auszuüben. Versuche mit CaCO_3 -Zusatz zeigen den deutlich hemmenden Einfluß der pH-Steigerung der Nährlösung auf die Salzaufnahme für Hafer, dessen Wachstumsoptimum deutlich bei saurer Reaktion liegt.

Von größtem Interesse ist die Wirkung des Humuszusatzes zur Nährlösung. Der Humus zeigt einen deutlichen Neutralisationseffekt. Die Reaktion jeder Nährlösung wird gegen den Neutralpunkt hin verschoben und zwar auf beiden Seiten von diesem. Für SiO_2 , Al_2O_3 und Fe_2O_3 -Gele konnte bei Zusatz zur Nährlösung keine entsprechende Pufferwirkung festgestellt werden. Tatsächlich besteht sie aber für Tonerdehydrat. Lundegårdh nimmt daher an, daß ihre Wirkung wahrscheinlich in der Bildung feiner Kolloidhäute um die Wurzelhaare und die aufnehmenden Teile der Wurzeln besteht, welche ihrerseits die Salzabsorption beeinflussen sollen. Beweise für diese etwas gekünstelte Erklärung werden nicht erbracht.

Die Erfahrungen über die Nährstoffaufnahme der gesunden Pflanze finden im 8. Kapitel ihre Anwendung auf die mit der Dörrfleckenkrankheit befallenen. Hier kann die schon bekannte Tatsache bestätigt werden, daß auf der gleichen Parzelle die kranken Pflanzen deutlich unter Manganmangel leiden. Außerdem ist aber das Verhältnis K : Ca in der Pflanze von wesentlicher Bedeutung in Gemeinschaft mit dem Mn-Mangel. Dauernde Düngung mit Ammonsulfat wird als bestes Bekämpfungsmittel empfohlen.

Kapitel 10. Zum Schluß untersucht L. noch den Einfluß der mineralischen Ernährung auf die CO_2 -Assimilation. Der Kaliummangel wirkt recht unbedeutend zurück auf die Photosynthese, deutlich merkbar bei niedriger Temperatur (10°C). Bei höherer Temperatur ist die Assimilation pro Einheit Chlorophyll berechnet bei Kaliummangel relativ stärker als bei reichlicher Kaliumzufuhr. Bei Nitratsmangel- und Überschuß ist die Assimilation höher als bei normaler Zufuhr. Trotz dieser Ergebnisse muß man sagen, daß die „reine“ Assimilationsintensität sich ziemlich unabhängig gegenüber starken Schwankungen des inneren Kationengehaltes der Blätter verhält. Endlich werden neue Erfahrungen über die CO_2 -Aufnahme und die Wirkung verschiedener CO_2 -Konzentrationen beigebracht.

A. Th. Czaja.

Madaus, G. und Kunze, R. Über den Einfluß von Blutdruckhormonen und Wundhormonen auf Pflanzen. (Aus dem Biol. Labor. der Firma Dr. Madaus & Co.) Sonderdruck der „Biologischen Heilkunst“, Jahrg. 13/14, Nr. 51, 1932 und Nr. 4, 1933.

1. Das Adrenalin ist ein Sekret der Nebenniere des tierischen Körpers. Es bewirkt auf dem Wege über die vasomotorischen Nerven eine Verengung der Blutgefäße und damit eine Blutdrucksteigerung. Die Verfasser stellten sich in der ersten Arbeit (Untersuchungen über den Einfluß des Adrenalins auf den Saftdruck der Pflanzen) die Frage, ob das Adrenalin auch den „Saftdruck“ der Pflanze erhöhen könne. Sie arbeiteten nach einer Reihe vergeblicher Versuche mit Pflanzen in Wasserkultur und stellten methodisch das fest, was man gewöhnlich Blutungsdruck oder Wurzeldruck nennt.

Helianthus annuus hat in Wasserkultur einen Blutungsdruck, der dem Druck einer Quecksilbersäule lange Zeit ein konstantes Gleichgewicht hält. Wird Adrenalin (dl-Adrenalin, I. G. Farben) in die Nährlösung gegeben, so daß diese eine Lösung 1:1000000 darstellt, dann steigt der Druck und stellt sich auf höheres Gleichgewicht ein. Fehlt nach der Erneuerung der Nährlösung das Adrenalin, dann sinkt der Blutungsdruck und steigt wieder, wenn das Adrenalin neuerdings hinzugefügt wird. Adrenalinlösung 1:100000 wirkt bereits schädigend.

Insgesamt ein höchst interessantes Ergebnis. Die Darstellung ist ein strenger Tatsachenbericht. Nur das hypothetische allgemeinbiologische Prinzip in der Problemstellung wirkt nachteilig.

2. In der zweiten Arbeit sind Versuche über Wundhormone besprochen. Die Verf. verweisen zunächst auf eine erwähnenswerte ältere Abhandlung, in der sie berichteten, daß die Wundheilung bei Pflanzen durch Aufstreichen von Mistelbrei verhindert wird. In den neueren Untersuchungen verwendeten sie vor allen Dingen *Hamamelis* Salbe und *Hamamelis*-Urtinktur. (*Hamamelis virginiana*, ein nordamerikanischer Strauch, dessen Blätter und Rinde in der Pharmazie zur Herstellung der genannten Salbe gebraucht werden.) Als Versuchs- bzw. Tastobjekt dienten Scheiben von Kartoffelknollen, deren Korkbildung beobachtet wurde.

Die normale Wundheilung geschieht durch Korkbildung aus Zellen, über denen etwa drei Zellschichten abgestorben sind. Wird *Hamamelis*-Salbe aufgestrichen, dann liegen über der entstehenden Korkschicht nur wenige abgestorbene Zellen. Bei der Verwendung von *Hamamelis*-Urtinktur sterben 7–8 Zellschichten, unter denen sich dann auch eine Korkschicht bildet.

In ähnlicher Weise gebrauchten die Verf. *Calendula*, *Symphylum officinale*, *Echinacea*, *Clematis*, *Arnica*, *Conium* und *Chelidonium*. In allen Fällen beschleunigte die Urtinktur den Vorgang der Wundheilung. Nur *Conium* wirkte auch als Salbe mit ähnlicher Tendenz. Die *Hamamelis*-, *Calendula*- und *Clematis*-Salben verzögerten die Korkbildung. Alle andern Salben beschleunigten nicht und verzögerten auch nicht die normale Wundheilung. Die Wirkung des aus frischen Pflanzenteilen hergestellten Breies war im Verhältnis zur Hormonwirkung des arteigenen Kartoffelbreies verschieden. Die Korkbildung war teils schneller, teils langsamer. Es muß hervorgehoben werden, daß Vergleiche mit Salbengrundlage und Alkohol (in bezug auf die Urtinktur) disziplingerecht berücksichtigt sind, so daß eine spezifische Wirkung pflanzlicher Substanzen mit Recht angenommen werden kann.

Wartenberg, Berlin-Dahlem.

Pringsheim, E. G., Julius Sachs. Der Begründer der neueren Pflanzenphysiologie 1832—1897. X u. 302 Seiten, 13 Tafeln. Gustav Fischer, Jena 1932. Brosch. 16,— RM., geb. 18,— RM.

Wenn Pringsheim in dem Vorwort zu seinem Buch über Sachs die Behauptung ablehnt, unsere Zeit sei dem Versenken in die Vergangenheit nicht günstig, so kann dieser Auffassung nur voll zugestimmt werden. Es braucht ja nur auf die gerade in den letzten Jahren stark angewachsene Zahl von neu erschienenen Biographien, Memoiren, Briefwechsel u. ä. hingewiesen zu werden. Wenn aber diese Behauptung wirklich zu Recht bestehen würde, so wäre es höchste Zeit, gegen die Vernachlässigung der Vergangenheit anzugehen und mit Nachdruck für intensive und liebevolle Vertiefung in sie einzutreten. Es kann nicht nachdrücklich genug betont werden, wie wichtig und nutzbringend, ja wie unentbehrlich für jeden eine genaue Kenntnis des Lebens und Schaffens derjenigen Männer ist, auf deren Schultern sich seine eigene Arbeit aufbaut. Wenn jeder diese im Grunde selbstverständliche Forderung erfüllen würde, würde sicherlich manche überflüssige Arbeit erspart werden. Darüber hinaus würde wahrscheinlich häufig auch eine größere Bescheidenheit in der Wertung der eigenen Leistung die Folge sein. Wenn wir heute manchmal glauben, wir könnten den Himmel stürmen, so würde ein Blick in die Vergangenheit uns sehr bald zeigen, daß die vermeintlichen ungeheuren Fortschritte allzu oft in Wirklichkeit nichts weiter als ein Bruchteil eines im Unendlichen endenden Weges sind, ja unter Umständen noch nicht einmal das, weil wir häufig, sobald wir auf die Quellen zurückgehen, die Entdeckung machen müssen, daß wir uns noch heute um die Lösung der gleichen Fragen bemühen, die unsere Vorfahren schon angestrebt haben. So kann das Erscheinen des vorliegenden Werkes nicht dankbar genug begrüßt werden. Es ist keine Biographie in dem landläufigen Sinne. Der historische Werdegang von Sachs ist in einem einleitenden Abschnitt, in den übrigens wohl nur durch ein Versehen der Geburtstag (2. 10. 1832) nicht aufgenommen worden ist, nur verhältnismäßig kurz behandelt. Das Hauptgewicht ist auf eine ausführliche Darstellung der wissenschaftlichen Arbeiten von Sachs gelegt, so daß es für jeden ein Leichtes ist, sich einen lückenlosen Überblick über die unerhörte Fülle von Arbeiten dieses genialen Forschers zu verschaffen, ohne daß freilich, wie Pringsheim betont, dadurch das Lesen der Werke des Meisters der Pflanzenphysiologie ersetzt werden kann. In einem besonderen Abschnitt werden die Methoden, Begriffsbildungen und Theorien von Sachs behandelt und anschließend ein Kapitel seiner geistigen Eigenart gewidmet. Den Beschluß bildet eine Auswahl aus dem Briefwechsel mit Hugo Thiel. So entsteht vor uns das Bild jenes Mannes, der seine Aufgabe stets darin sah, „aus der Fülle der gefundenen Tatsachen ein zusammenhängendes Ganzes zu bilden, das Erforschte geistig zu durchleuchten und so neuer Forschertätigkeit Sinn und Richtung zu geben“.

Braun, Berlin-Dahlem.

Voss, John. Morphologie und Gruppierung der deutschen Weizensorten. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Heft 45. Verlag P. Parey und Julius Springer. Berlin 1933. Preis 9,— RM.

Verf. hat die vom Referenten begonnenen Untersuchungen über die Merkmale zur Kennzeichnung und Unterscheidung der Weizensorten

vertieft und erweitert, so daß die vorliegende Arbeit bereits als eine sehr eingehende beschreibende Sortenkunde des in Deutschland angebauten Weizens bezeichnet werden kann. Der allgemeine Teil enthält die Beschreibung der einzelnen Merkmale und eine kritische Untersuchung über ihre Brauchbarkeit. Der spezielle Teil enthält den Bestimmungsschlüssel und die eingehenden Beschreibungen der im Handel vorkommenden Winter- und Sommerweizen. Ein alphabetisches Sortenverzeichnis erleichtert die Übersicht. Das Heft ist mit 95 Abbildungen nach eigenen Aufnahmen des Verf. reich illustriert und dürfte daher geeignet sein, die Unterscheidung und Erkennung der Weizensorten weitgehend zu ermöglichen. Es ist deshalb geeignet, bei der Anerkennung und im Unterricht wertvolle Dienste zu leisten. K. Snell.

Adressenänderungen im Mitgliederverzeichnis der Vereinigung für angewandte Botanik.

Appel, Geh. Regierungsrat Prof. Dr. O., Berlin-Zehlendorf-Mitte, Irmgardstr. 33.

Gaßner, Prof. Dr. G., Braunschweig-Gliesmarode, An der Wabe 23.

Meyer, Privatdozent Dr. C., Berlin W 50, Regensburger Str. 20 I.

Paul, Regierungsrat Dr. H., München 13, Hiltenberger Str. 38 I.

Rathschlag, Dr. H., Blumenthal bei Bremen.

Schaffnit, Prof. Dr. E., Bonn, Rochusweg 91.

Schmitt, Dr. N., Berlin-Dahlem, Parkstr. 22.

Schreiber-Stege, Dr. E., Bergisch-Neukirchen bei Opladen, Haus Falkenburg.

Stolze, Dr. K. V., Oldenburg i. O., Gotenstr. 22.

Vowinkel, Dr. O., Berlin-Lichterfelde-West, Lilienstr. 3.

Personalmeldungen.

Zum Direktor der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft ist das bisherige Mitglied der Anstalt Oberregierungsrat Dr. Riehm ernannt worden. Er hat sein Amt am 25. September d. J. angetreten.

Von unseren Mitgliedern haben wir in letzter Zeit durch den Tod verloren:

Dr. Ernst v. Kessler, Diplomlandwirt, I. G. Farbenindustrie. Abt. Pflanzenschutz, Leverkusen, am 29. August 1933.

Dr. Ernst Gilg, Professor für Botanik und Pharmakognosie an der Universität Berlin am 11. November 1933.

Prof. Erwin Baur, Dr. phil. et med., Dr. agr. h. c., Dr. phil. h. c., Direktor des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Züchtungsforschung in Müncheberg (Mark) am 2. Dezember 1933. Mit dem erst im 58. Lebensjahre an den Folgen einer Angina so plötzlich verstorbenen Forscher hat die angewandte Botanik einen ihrer hervorragendsten Vertreter verloren, dessen Name weit über die Grenzen des Reiches hinaus bekannt geworden ist.

Sachregister

(Bearbeitet von Dr. P. Graebner, Münster i. Westf.)

- Acacia spadicigera* 530
Acer 519
Acer campestre 530
Achillea millefolium 440 ff.
Acrothecium 410
Adiantum 326
Adrenalin 570
Agropyrum repens 434
Agrostis spica venti 436
Alnus 531
Alternaria 410
 — -Arten 308, 329, 336 ff.
Anthoxanthum odoratum 442 ff.
Anthriscus silvestris 441 ff.
 Antiseptische Mittel 386
 Äpfel, Lagerkrankheit 540
 Apfellagerung 277
 Apfelsinenlagerung 282
 Apoplexie bei Steinobstbäumen 105
 Aprikose 107 ff.
 Arbeitsleistung der Pflanze 327
Armellaria mellea 397
Arnica 570
 Artbastarde 203
Ascospora Beijerinckii 113
Athrobotrys 410
Avena byzantina 100
Avena elatior 442 ff.

Bacillus spongiosus 114
Bacterium angulatum und melleum 225
 Bananenlagerung 282
 Bastarde des Weizens 203
 Bastardierungsforschung 99
 Baumwolle 100
Bellis perennis 441 ff.
Betula 519, 531
 Biologische Spezialisierung 84
 Birnenlagerung 279
 black point 365
 Blätter, Spaltungsgesetze 325
 Blat fleckenkrankheit 225
 Blattlänge bei Hafer 503
 Blattrollkrankheit 322
 Blattzahl bei Hafer 501
 Blumenkohlagerung 268

 Blutdruckhormone 570
 Bodenzerstörung 419
 Bohnen 241
 Botanik, Fortschritte der 479
 Botanischer Kongreß 567
Botrytis cinerea 374
 — vulgaris 114
Brassica 567
 Braunfleckigkeit 349
 Braunspeizigkeit 365, 380
Bryophyllum calicinum 73

Cajanus indicus 255
Calendula 570
Calliandra tetragona 529
Cardamine pratensis 441 ff.
Carex 531
 Casado de la Fuente 529
Casuarina 51
Centaurea jacea 443
Cercospora herpoticoides 409
Chelidonium 570
 Chemie, organische 408
Chrysanthemum leucanthemum 442 ff.
Citrus-Arten 114
Cladosporium-Arten 308, 329, 410
 — herbarum 331 ff.
Clasterosporium carophilum 113
Clematis 570
Colchicum autumnale 433 ff.
Coniophora 388
 — cerebella 397 ff.
Coniosporium rhizophilum 410
Conium 570
Coriulus hirsutus und paradoxus 118
Coryneum Beijerinckii 113
Crepis biennis 443
Cucumis-Arten 291
 Curly Dwarf 124
 Cytologie 99, 203
Cytospora-Arten 105, 115 ff.

Dactylis glomerata 442 ff.
Daedalea quercina 397
Datura stramonium 123
Daucus carota 443

Derris elliptica 253
Dictyosporium 410
 Drehung der Ha'erblätter 506
Drosera 531
 Dunkelspitzigkeit 365

Echinacea 570
 Einwickelpapier 540
 Eiweißbildung 518
 Elektrokultur 1
 Entstehung der Kulturpflanzen 99
 Entwicklung der Kontinente 407
 — von Wiesenunkräutern 433
Equisetum palustre 440
 Erbsen 100
 Erdbeerenlagerung 285
 Erdnußöl 567
Erythrophloeum guineense 256
Eutypella prunastri 117

Fagus 519
Festuca rubra 442 ff.
 Fettfleckenkrankheit 241
 Fischgiftpflanze 253
Fomes annosus 388, 397 ff.
 Fortschritte der Botanik 479
 Fritfliegenbefall 510
Fusarium avenaceum 410
 — *culmorum* 410
 — *equiseti* 410
 — *herbaceum* 410
 — *nivale* 410
 — *putrefaciens* 546
 scirpi 410
Fusicladium dendriticum 542 ff.

Gemüselagerung 262
 Gerste 101
 Gerstensorten 141 ff., 353 ff.
 Geschmack vom Apfel 550
 Getreidepflanzen 131
 Getreidepilze 308, 329
 Gummifluß 114
 Gurkenarten-Untersuchungen 290
 Gurkenlagerung 265

Hafer 567
 Hafersorten 133 ff., 353 ff.
 — Merkmale 481
 halo spot-disease 241
 Haltbarkeit von Apfel 551
Hamamelis virginiana 570
 Handbuch der Pflanzenanalyse 407
 — für Landwirtschafts-Schrifttum 324
 Handwörterbuch d. Pflanzennamen 102
 Hanf 567
 Haupthalme bei Getreide 131
Helianthus annuus 570
Helminthosporium 347
Heracleum sphondylium 441 ff.

Hirse 100
Holcus lanatus 442 ff.
 Holzerstörende Pilze 386
Hormodendron 311, 331, 410
 — *cladosporioides* 333
 Hydratur der Pflanze 238

Internationaler Botanischer Kongreß 567
 Ionisation 19
Iris integerrima 525 ff.
 — *nana* 528
 — *germanica* 528
 Italien (Pflanzengeographie) 321

Kaltlagerungskrankheit 540
 Kapok 567
 Karottenblätter 77
 Kartoffel 100, 101
 —, Blattrollkrankheit 322
 Kartoffelabbau 122
 Kartoffelstärke 567
 Kirschen 107 ff.
 Klima und Sortenmerkmale 509
 Knotenform beim Hafer 508
 Kohlensäureatmosphäre 51
 Kongreß, botanischer 567
 Konstitutionslehre 327
 Kontinente 407
 Kornformen beim Hafer 485
 Krankheiten der Zierpflanze 326
 Kühlagerungsversuche 262
 Kürbis 100
 Kulturpflanzen-Entstehung 99

Lagerfußkrankheit 409 ff.
 Lagerkrankheit 540
 Lagerungsversuche 262
 Landwirtschaft, thüringische 567
 Lehrbuch der Chemie 408
 Lein 101
 Leinöl 567
Lentinus squammosus 397 ff.
Lenzites abietinum und *sepiaria* 397
Leptophaeria herpotrichoides 415
 Lichtkeimprüfung 101
 Linse 100
Linum usitatissimum 567
 Lufterlektrizität 1
Lupinus luteus 519
 Luzerne 100

Macrophoma hennebergii 349
Macrosporium 347, 410
 Mais 100, 567
 Mandelöl 567
Merulius lacrymans 388 ff.
 — *himantoides* 397
 — *tremellosus* 397
 Mikroskop 324
 Mikroskopie 102

- Mimosa-Arten 529
 Mitgliederverzeichnis 103, 240, 328, 480, 472
 Monilia-Arten 113, 546
 Morphologie (Weizen) 571
 monchature 365
 Mutationsforschung 99
 Myriophyllum 531
 Myzus persicae 123

 Nacktgerste 100
 Nackthafer 100
 Nährstoffaufnahme 568
 Nectria cinnabarina 118
 Nekrophyt 366
 Neptunia plena 529
 Nicotiana-Arten 226

Obstarten 100
 Obstlagerung 262, 275
 Ophiobolose 409
 Ophiobolus graminis 410 ff.
 Organographie 323
 Osmotische Werte 238
 Ozonbildung 43

 Paeonia albiflora und alba 528
 Penicillium 546
 — cladosporioides 331
 Personalnachrichten 104, 408, 572
 Perthophyt 366
 Petunia 123
 Pflanzenanalyse 407
 Pflanzegeographische Stellung Italiens 321
 Pflanzennamen-Wörterbuch 102
 Pflanzenphysiologie 571
 Pflanzenphysiologische Übungen 98
 Pflaumen 107 ff.
 Phaseolus 100
 — vulgaris 4, 241
 Phoma 410
 Phyllosticta Beijerinckii 113
 Phytopathologie (Schwärzepilze) 347
 Phytophthora infestans 84
 pié in-verse 412
 Pilzbefall 540 ff.
 Pilze, holzzerstörende 386
 Pilzkrankheiten 409
 Pilzparasiten 113
 Plantago 475
 — lanceolata 443
 — media 441 ff.
 Platanus 519
 Polygonum bistorta 440
 Populus 519
 Poria vaporaria 397
 Prunus armeniaca 117
 — avium 111, 529
 — domestica 107 ff.
 Prunus imititia 108
 — Mahaleb 109
 — Mariana 110
 — myrobalana 107 ff.
 — Simoni 110
 — spinosa 117
 Pseudomonas angulata 225
 — cerasi 114
 — medicaginis 241
 — mellea 225
 — polycolor 225
 — prunicola 114
 — tabaci 225, 241
 punktatura 365
 Pythiacystis citrophora 114

 Quecke 434
 Quercus 531

Ranunculus acer und repens 443
 Rassenbastarde 203
 Rauchbrand 308
 Rauchschatenkunde 97
 Rauchsäuren 419
 Reis 100, 567
 Reserveeiweiß 524
 Rispenformen 490
 Roggen 100
 Roggensorten 133 ff., 353 ff., 566
 Rosa centifolia 529 ff.
 — canina 529
 Rüböl 567
 Rumex acetosa 443
 Rußtau 308

 Salatlagerung 270
 Salix 531
 Samenschädlinge 572
 Sanguisorba major und minor 442 ff.
 Saprophyt 366
 Saxifraga granulata 441 ff.
 Scabiosa succisa 441 ff.
 Scald 542 ff.
 Schädlinge an Samen 572
 — der Zierpflanzen 326
 Schädlingsbuch 97
 Schizophyllum commune 118
 Schrifttum der Landwirtschaft usw. 324
 Schwärzepilze 308, 329
 Schwarzbeinigkeit 409
 Sclerotinia cinerea und laxa 113
 Seitenhalm bei Getreide 131
 Senecio aquaticus 441 ff.
 Septonema 410
 Serologie 99
 Soja 100
 Solanum demissum \times tuberosum 87 ff.,
 — \times tuberarium 96
 — edinense 91 ff.
 — etuberosum 91

Solanum lycopersicum 72 ff.
 — *tuberosum* 94
 — *tuberosum* 91
 Sortenechtheit von Kartoffeln 101
 Spaltungsgesetze der Blätter 325
Sparganium 531
 Spargellagerung 271
 Spelz 141 ff.
 Spezialisierung, biologische 84
 Spindelknollenkrankheit 124
Spirogyra majuscula 525
 Spotting 542
Stachybotrys 410
Stemphyllium 347
 Steinobstbäume (Apoplexie) 105
 Sterilitätserscheinungen 327
 Strahlung, kosmische 19
 Straucherbse 255
Succisa siehe *Scabiosa*
Syonphytum officinale 570
 Systemat. Untersuchung. an Gurken 290

Tabak 100
 Tabak-Krankheit 225
 Tabakpflanzen 67
 Tagung der Vereinig. f. angew. Botanik
 104, 559
Taraxacum officinale 441 ff.
 Tausendkorngewicht 482
Tephrosia Vogellii 253
 Thüringische Landwirtschaft 567
Tilia 519
 Tomate 100
 Tomatenlagerung 267
 Traubenlagerung 284
Trichoderma lignorum 118
Trifolium pratense 442 ff.
Trifolium repens 443
Triticum-Bastarde 204 ff.
Triticum compactum 100
 — *vulgare* 100
 — *durum* 100
 — *turgidum* 100

Triticum repens 434
 Tuberarium-Formen 94

Übungen, pflanzenphysiologische 98
Ulmus campestris 530
 Unkräuter 433

Valsa-Arten 105, 114
 — *ambiens* 116
 — *cineta* 117
 — *leucostoma* 115 ff.
 — *Marsariana* 116
 — *microstoma* 117
 — *nivea* 116
 — *oxystoma* 117
 — *prunastri* 117
 — *sordida* 116
 Verbreitung der Kontinente 407
 Vereinigung f. angew. Botanik 104, 559
Verticillium 118
Vicia faba 100, 374
 — *hirsuta* 436
Vigna sinensis 257
 Viruskrankheiten 122
Vitis 519
 — *vinifera* 40, 72, 108

Wachstum und Luftpotekttrizität 1
 Wachstumszeit und Blattzahl 501
 Warenkunde 566
 Wasserstoffionenkonzentration 71
 Weizen 101
 Weizenbastarde 203
 Weizenkrankheit 409, 431
 Weizensorten 183 ff., 204 ff., 353 ff., 571
 Wiesen und Weiden 238
 Wiesenunkräuter-Entwicklung 433
 Wildfeuer bei Tabak 225
Wojnowicia graminis 410 ff.
 Wundbildungen 106
 Wundhormone 570

Zierpflanzenkrankheiten 326
 Zuckerrohr 100